EtherCAT® Conformance tested

D Seite 2 - 60
GB Page 61 - 119

CEV-58

- **Software/Support CD: 490-01001**
  - **Soft-No.: 490-00423**

437734

Benutzerhandbuch / *User Manual*

Single-Turn / Multi-Turn
Absolute rotary encoder series CEx-58 with EtherCAT interface

- Zusätzliche Sicherheitshinweise
- Installation
- Inbetriebnahme
- Konfiguration / Parametrierung
- Fehlerursachen und Abhilfen

- *Additional safety instructions*
- *Installation*
- *Commissioning*
- *Configuration / Parameterization*
- *Cause of faults and remedies*

TR electronic

TR - ECE - BA - DGB - 0069 - 02 11/17/2009

TR-Electronic GmbH
D-78647 Trossingen
Eglishalde 6
Tel.: (0049) 07425/228-0
Fax: (0049) 07425/228-33
E-mail: info@tr-electronic.de
http://www.tr-electronic.de

Urheberrechtsschutz

Dieses Handbuch, einschließlich den darin enthaltenen Abbildungen, ist urheberrechtlich geschützt. Drittanwendungen dieses Handbuchs, welche von den urheberrechtlichen Bestimmungen abweichen, sind verboten. Die Reproduktion, Übersetzung sowie die elektronische und fotografische Archivierung und Veränderung bedarf der schriftlichen Genehmigung durch den Hersteller. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.

Änderungsvorbehalt

Jegliche Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.

Dokumenteninformation

Ausgabe-/Rev.-Datum:	11/17/2009
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR - ECE - BA - DGB - 0069 - 02
Dateiname:	TR-ECE-BA-DGB-0069-02.DOC
Verfasser:	MÜJ

Schreibweisen

Kursive oder **fette** Schreibweise steht für den Titel eines Dokuments oder wird zur Hervorhebung benutzt.

`Courier`-Schrift zeigt Text an, der auf dem Display bzw. Bildschirm sichtbar ist und Menüauswahlen von Software.

″ < > ″ weist auf Tasten der Tastatur Ihres Computers hin (wie etwa <RETURN>).

Marken

EtherCAT® is registered trademark and patented technology, licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.

Alle anderen genannten Produkte, Namen und Logos dienen ausschließlich Informationszwecken und können Warenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer sein, ohne dass eine besondere Kennzeichnung erfolgt.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **3**

Änderungs-Index **5**

1 Allgemeines **6**
1.1 Geltungsbereich 6
1.2 Referenzen 7
1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe 8

2 Zusätzliche Sicherheitshinweise **9**
2.1 Symbol- und Hinweis-Definition 9
2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung 9
2.3 Organisatorische Maßnahmen 10

3 Technische Daten **11**
3.1 Elektrische Kenndaten 11

4 EtherCAT Informationen **12**
4.1 EtherCAT-Funktionsprinzip 12
4.2 Protokoll 13
4.3 Verteilte Uhren 13
4.4 Geräteprofil 14
4.4.1 CANopen over EtherCAT (CoE) 15
4.5 Objektverzeichnis 16
4.6 Prozess- und Service-Daten-Objekte 16
4.6.1 Kompatibilität zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil 17
4.6.2 Erweiterungen zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil 17
4.7 Übertragung von SDO Nachrichten 18
4.7.1 CANopen over EtherCAT Protokoll 20
4.7.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request 20
4.7.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response 21
4.7.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request 22
4.7.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response 23
4.8 PDO-Mapping 24
4.9 EtherCAT State Machine (ESM) 24
4.10 Weitere Informationen 25

5 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung **26**
5.1 Anschluss 27
5.2 Einschalten der Versorgungsspannung 28

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

6 Inbetriebnahme 29
6.1 Gerätebeschreibungsdatei 29
6.1.1 Gerätegruppen 29
6.2 Bus-Statusanzeige 30

7 Betriebsarten 31

8 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301) 32
8.1 Objekt 1000h: Gerätetyp 33
8.2 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen 33
8.3 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion 34
8.4 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion 34
8.5 Objekt 1018h: Identity Objekt 35
8.6 Objekt 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping 37
8.7 Objekt 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping 39
8.8 Objekt 1C00h: Sync Manager Communication Type 41
8.9 Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang) 43
8.10 Objekt 1C33h: Sync Manager 3, Parameter 44

9 Hersteller- und Profilspezifische Objekte (CiA DS-406) 47
9.1 Objekt 2000h: Parameter übernehmen 48
9.2 Skalierungsparameter 48
9.2.1 Objekt 2001h: Umdrehungen Zähler 48
9.2.2 Objekt 6001h: Schritte pro Umdrehung 49
9.2.3 Objekt 6002h: Messlänge in Schritten 49
9.3 Objekt 3101h: Eingang 50
9.4 Objekt 6000h: Betriebsparameter 52
9.5 Objekt 6003h: Presetwert 52

10 Vom Mess-System unterstütze Objekte auslesen 53

11 Fehlerursachen und Abhilfen 54
11.1 Optische Anzeigen 54
11.2 Mess-System – Fehler 54
11.3 Abort SDO Transfer Request Protocol 55
11.3.1 SDO Abort Codes 56
11.4 Emergency Request Protocol 57
11.4.1 Emergency Error Codes 58
11.4.2 Error Register 58
11.5 Sonstige Störungen 59

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	14.08.08	00
Funktionalität der LEDs überarbeitet, Kapitel „Bus-Statusanzeige“	08.01.09	01
EtherCAT® Warenzeichen aufgenommen	17.11.09	02

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

1 Allgemeines

Das vorliegende Benutzerhandbuch beinhaltet folgende Themen:

- Ergänzende Sicherheitshinweise zu den bereits in der Montageanleitung definierten grundlegenden Sicherheitshinweisen
- Elektrische Kenndaten
- Installation
- Inbetriebnahme
- Konfiguration / Parametrierung
- Fehlerursachen und Abhilfen

Da die Dokumentation modular aufgebaut ist, stellt dieses Benutzerhandbuch eine Ergänzung zu anderen Dokumentationen wie z.B. Produktdatenblätter, Maßzeichnungen, Prospekte und der Montageanleitung etc. dar.

Das Benutzerhandbuch kann kundenspezifisch im Lieferumfang enthalten sein, oder kann auch separat angefordert werden.

1.1 Geltungsbereich

Dieses Benutzerhandbuch gilt ausschließlich für folgende Mess-System-Baureihen mit ***EtherCAT*** Schnittstelle:

- CEV-58

Die Produkte sind durch aufgeklebte Typenschilder gekennzeichnet und sind Bestandteil einer Anlage.

Es gelten somit zusammen folgende Dokumentationen:

- anlagenspezifische Betriebsanleitungen des Betreibers,
- dieses Benutzerhandbuch,
- und die bei der Lieferung beiliegende Montageanleitung **TR-ECE-BA-DGB-0035**

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

1.2 Referenzen

1.	EN 50325-4	Industrielle-Kommunikations-Systeme, basierend auf ISO 11898 (CAN) für Controller-Device Interfaces. Teil 4: CANopen
2.	CiA DS-301	CANopen Kommunikationsprofil auf CAL basierend
3.	CiA DS-406	CANopen Profil für Encoder
4.	IEC/PAS 62407	Real-time Ethernet control automation technology (EtherCAT); International Electrotechnical Commission
5.	IEC 61158-1 - 6	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Protokolle und Dienste, Typ 12 = EtherCAT
6.	IEC 61784-2	Digital data communications for measurement and control - Additional profiles for ISO/IEC 8802-3 based communication networks in real-time applications, 12 = EtherCAT
7.	ISO/IEC 8802-3	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications
8.	ISO 15745-4 AMD 2	Industrial automation systems and integration - Open systems application integration framework - Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems; Amendment 2: Profiles for Modbus TCP, EtherCAT and ETHERNET Powerlink
9.	IEEE 1588-2002	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe

CEV	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung ≤ 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Vollwelle
EG	***E***uropäische ***G***emeinschaft
EMV	***E***lektro-***M***agnetische-***V***erträglichkeit
ESD	Elektrostatische Entladung (***E***lectro ***S***tatic ***D***ischarge)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
VDE	***V***erein ***D***eutscher ***E***lektrotechniker

Bus-spezifisch

EDS	***E***lectronic-***D***ata-***S***heet (elektronisches Datenblatt)
ESM	***E***therCAT ***S***tate ***M***achine
ETG	Anwendervereinigung „***E***therCAT ***T***echnology ***G***roup“
CAN	Controller Area Network. Datenstrecken-Schicht-Protokoll für serielle Kommunikation, beschrieben in der ISO 11898.
CiA	CAN in Automation. Internationale Anwender- und Hersteller-vereinigung e.V.: gemeinnützige Vereinigung für das Controller Area Network (CAN).
NMT	Network Management. Eines der Serviceelemente in der An-wendungsschicht im CAN Referenz-Model. Führt die Initialisie-rung, Konfiguration und Fehlerbehandlung im Busverkehr aus.
PDO	Process Data Object. Objekt für den Datenaustausch zwischen mehreren Geräten.
SDO	Service Data Object. Punkt zu Punkt Kommunikation mit Zugriff auf die Objekt-Datenliste eines Gerätes.
XML	E**x**tensible **M**arkup **L**anguage, Beschreibungsdatei für die Inbetriebnahme des Mess-Systems.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

2 Zusätzliche Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition

WARNUNG !	bedeutet, dass Tod, schwere Körperverletzung oder erheblicher Sachschaden eintreten können, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
VORSICHT !	bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung oder ein Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
	bezeichnet wichtige Informationen bzw. Merkmale und Anwendungstipps des verwendeten Produkts.

2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung

Das Mess-System ist ausgelegt für den Betrieb in **100Base-TX** Fast Ethernet Netzwerken mit max. 100 MBit/s, spezifiziert in ISO/IEC 8802-3. Die Kommunikation über EtherCAT erfolgt gemäß IEC 61158 Teil 1 bis 6 und IEC 61784-2. Das Geräteprofil entspricht dem ***„CANopen Device Profile für Encoder CiA DS-406“***.

Die technischen Richtlinien zum Aufbau des Fast Ethernet Netzwerks sind für einen sicheren Betrieb zwingend einzuhalten.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch:

- das Beachten aller Hinweise aus diesem Benutzerhandbuch,
- das Beachten der Montageanleitung, insbesondere das dort enthaltene Kapitel ***"Grundlegende Sicherheitshinweise"*** muss vor Arbeitsbeginn gelesen und verstanden worden sein

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

2.3 Organisatorische Maßnahmen

- Dieses Benutzerhandbuch muss ständig am Einsatzort des Mess-Systems griffbereit aufbewahrt werden.
- Das mit Tätigkeiten am Mess-System beauftragte Personal muss vor Arbeitsbeginn
  - die Montageanleitung, insbesondere das Kapitel ***"Grundlegende Sicherheitshinweise"***,
  - und dieses Benutzerhandbuch, insbesondere das Kapitel "Zusätzliche Sicherheitshinweise",

  gelesen und verstanden haben.

  Dies gilt in besonderem Maße für nur gelegentlich, z.B. bei der Parametrierung des Mess-Systems, tätig werdendes Personal.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

3 Technische Daten

3.1 Elektrische Kenndaten

Versorgungsspannung: ..... 11…27 V DC, paarweise verdrillt und geschirmt

Stromaufnahme ohne Last: ..... < 300 mA bei 11 V DC, < 110 mA bei 27 V DC

*** Gesamtauflösung**
Standard: ..... ≤ 25 Bit
Erweitert:..... ≤ 30 Bit

Schrittzahl / Umdrehung
Standard: ..... ≤ 8.192
Erweitert:..... ≤ 32.768

*** Anzahl Umdrehungen**
Standard: ..... ≤ 4.096
Erweitert:..... ≤ 32.768

EtherCAT ..... nach IEC 61158-1 – 6 und IEC 61784-2
Physical Layer: ..... EtherCAT 100Base-TX, Fast Ethernet, ISO/IEC 8802-3
Ausgabecode..... Binär
Geräteprofil: ..... CANopen over EtherCAT (CoE), CiA DS-406
Zykluszeiten:..... 62,5 µs…32 ms, Distributed Clocks
Übertragungsrate:..... 100 MBit/s
Übertragung:..... CAT-5 Kabel, geschirmt (STP), ISO/IEC 11801

Besondere Merkmale: ..... Programmierung nachfolgender Parameter über den EtherCAT-BUS:
- Zählrichtung
- Anzahl Umdrehungen
- Gesamtmesslänge in Schritten
- Presetwert

EMV
Störaussendung:..... DIN EN 61000-6-3: 2007
Störfestigkeit: ..... DIN EN 61000-6-2: 2006

* parametrierbar über EtherCAT

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4 EtherCAT Informationen

EtherCAT (**Ether**net for **C**ontrol and **A**utomation **T**echnology) ist eine **Echtzeit-Ethernet-Technologie** und ist besonders geeignet für die Kommunikation zwischen Steuerungssystemen und Peripheriegeräten wie z.B. E/A-Systeme, Antriebe, Sensoren und Aktoren.
EtherCAT wurde 2003 von der Firma Beckhoff Automation GmbH entwickelt und wird als offener Standard propagiert. Zur Weiterentwicklung der Technologie wurde die Anwendervereinigung „EtherCAT Technology Group“ (ETG) gegründet.

EtherCAT ist eine öffentlich zugängliche Spezifikation, die durch die IEC (IEC/Pas 62407) im Jahr 2005 veröffentlicht worden ist und ist Teil der ISO 15745-4. Dieser Teil wurde in den neuen Auflagen der internationalen Feldbusstandards IEC 61158 (Protokolle und Dienste), IEC 61784-2 (Kommunikationsprofile) und IEC 61800-7 (Antriebsprofile und -kommunikation) integriert.

4.1 EtherCAT-Funktionsprinzip

Mit der EtherCAT-Technologie werden die allgemein bekannten Einschränkungen anderer Ethernet-Lösungen überwunden:
Das Ethernet Paket wird nicht mehr in jedem Slave zunächst empfangen, dann interpretiert und die Prozessdaten weiterkopiert. Der Slave entnimmt seine die für ihn bestimmten Daten, während das Telegramm das Gerät durchläuft. Ebenso werden Eingangsdaten im Durchlauf in das Telegramm eingefügt. Die Telegramme werden dabei nur wenige Nanosekunden verzögert. Der letzte Slave im Segment schickt das bereits vollständig verarbeitete Telegramm an den ersten Slave zurück. Dieser leitet das Telegramm sozusagen als Antworttelegramm zur Steuerung zurück. Somit ergibt sich für Kommunikation eine logische Ringstruktur. Da Fast-Ethernet mit Voll-Duplex arbeitet, ergibt sich auch physikalisch eine Ringstruktur.

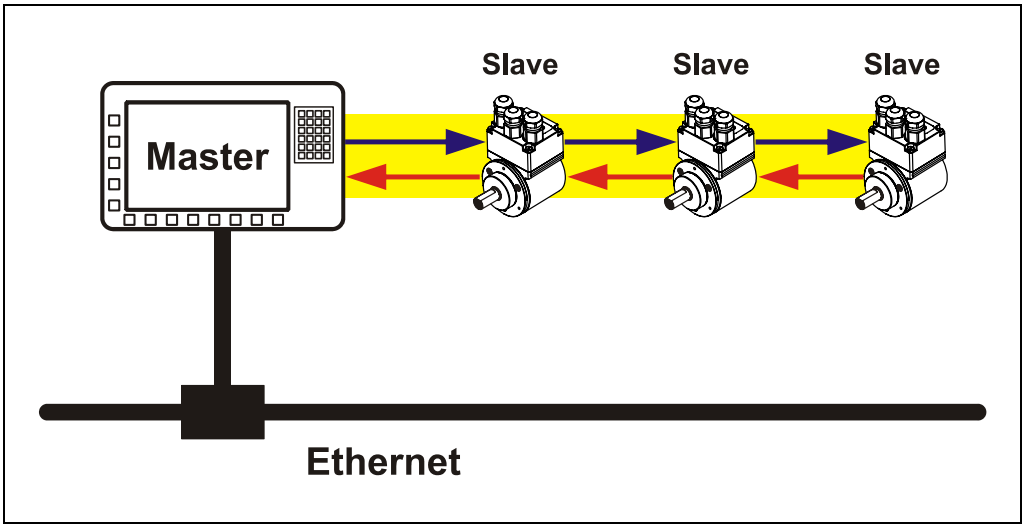


Abbildung 1: EtherCAT-Funktionsprinzip

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.2 Protokoll

Das für Prozessdaten optimierte EtherCAT-Protokoll wird über einen speziellen Ethertype direkt im Ethernet-Frame transportiert. Eine komplette Übertragung kann hierbei aus mehreren Subtelegrammen bestehen. Die datentechnische Reihenfolge ist dabei unabhängig von der physikalischen Reihenfolge der Slaves im Netz. Die Adressierung kann wahlfrei vorgenommen werden:
Broadcast, Multicast und Querkommunikation zwischen Slaves sind möglich.
Das Protokoll unterstützt auch die azyklische Parameterkommunikation. Die Struktur und Bedeutung der Parameter wird hierbei durch das Geräteprofil ***„CANopen Device Profile für Encoder CiA DS-406“*** vorgegeben.

UDP/IP-Datagramme werden nicht unterstützt. Dies bedeutet, dass sich der Master und die EtherCAT-Slaves im gleichen Subnetz befinden müssen. Die Kommunikation über Router hinweg in andere Subnetze ist somit nicht möglich.

EtherCAT verwendet ausschließlich Standard-Frames nach IEEE802.3 und werden nicht verkürzt. Damit können EtherCAT-Frames von beliebigen Ethernet-Controllern verschickt (Master), und Standard-Tools (z. B. Monitor) eingesetzt werden.

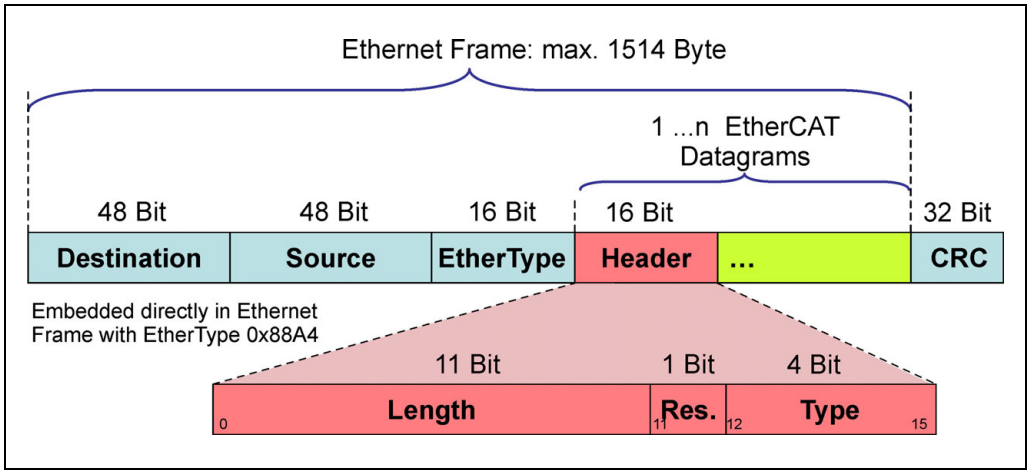


Abbildung 2: Ethernet Frame Struktur

4.3 Verteilte Uhren

Wenn räumlich verteilte Prozesse gleichzeitige Aktionen erfordern, ist eine exakte Synchronisierung der Teilnehmer im Netz erforderlich. Zum Beispiel bei Anwendungen, bei denen mehrere Servoachsen gleichzeitig koordinierte Abläufe ausführen müssen.
Hierfür steht beim EtherCAT die Funktion „Verteilte Uhren“ nach dem Standard IEEE 1588 zur Verfügung.
Da die Kommunikation eine Ringstruktur nutzt, kann die Master-Uhr den Laufzeitversatz zu den einzelnen Slave-Uhren exakt ermitteln, und auch umgekehrt. Auf Grund dieses ermittelnden Wertes können die verteilten Uhren netzwerkweit nachgeregelt werden. Der Jitter dieser Zeitbasis liegt deutlich unter 1µs.
Auch bei der Wegerfassung können verteilte Uhren effizient eingesetzt werden, da sie exakte Informationen zu einem lokalen Zeitpunkt der Datenerfassung liefern. Durch das System hängt die Genauigkeit einer Geschwindigkeitsberechnung nicht mehr vom Jitter des Kommunikationssystems ab.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.4 Geräteprofil

Das Geräteprofil beschreibt die Anwendungsparameter und das funktionale Verhalten des Gerätes, einschließlich der geräteklassenspezifischen Zustandsmaschine. Bei EtherCAT verzichtet man darauf eigene Geräteprofile für Geräteklassen zu entwickeln. Stattdessen werden einfache Schnittstellen für bestehende Geräteprofile bereitgestellt:
Das Mess-System unterstützt das **CANopen-over-EtherCAT** (CoE) Mailbox-Protokoll, und damit das vom CANopen her bekannte ***„Device Profile for Encoder“***, CiA DS-406.

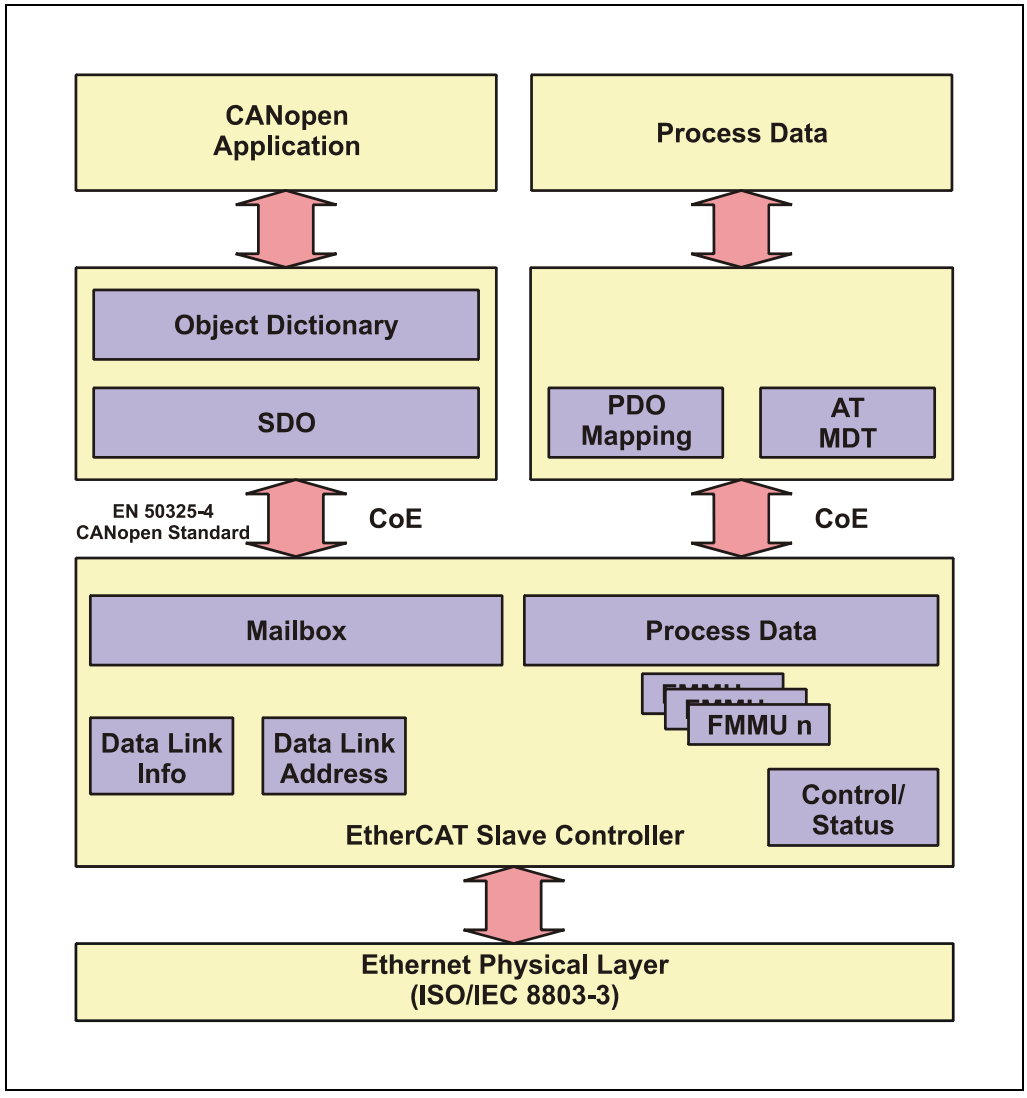


Abbildung 3: CANopen over EtherCAT Kommunikationsmechanismus

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.4.1 CANopen over EtherCAT (CoE)

EtherCAT kann die gleichen Kommunikationsmechanismen zur Verfügung stellen, wie sie von [1]CANopen her bekannt sind:

- Objektverzeichnis
- PDO, Prozess-Daten-Objekte
- SDO, Service-Daten-Objekte
- NMT, Netzwerkmanagement

EtherCAT kann so auf Geräten, die bisher mit CANopen ausgestattet waren, mit minimalem Aufwand implementiert werden. Weite Teile der CANopen-Firmware können wieder verwendet werden. Die Objekte lassen sich dabei optional erweitern.

Vergleich CANopen / EtherCAT im ISO/OSI-Schichtenmodell

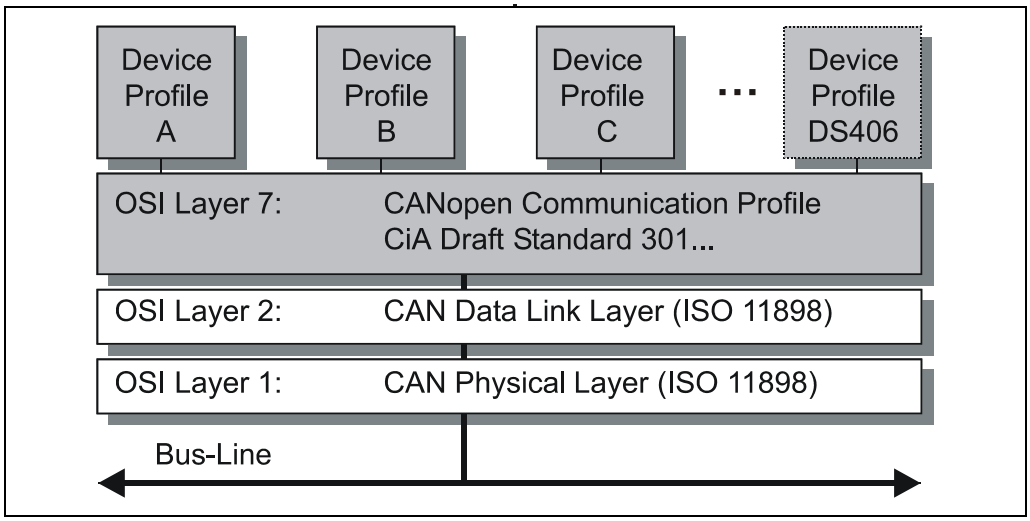

Device Profile A
Device Profile B
Device Profile C
...
Device Profile DS406
OSI Layer 7: CANopen Communication Profile CiA Draft Standard 301...
OSI Layer 2: CAN Data Link Layer (ISO 11898)
OSI Layer 1: CAN Physical Layer (ISO 11898)
Bus-Line

Abbildung 4: CANopen eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

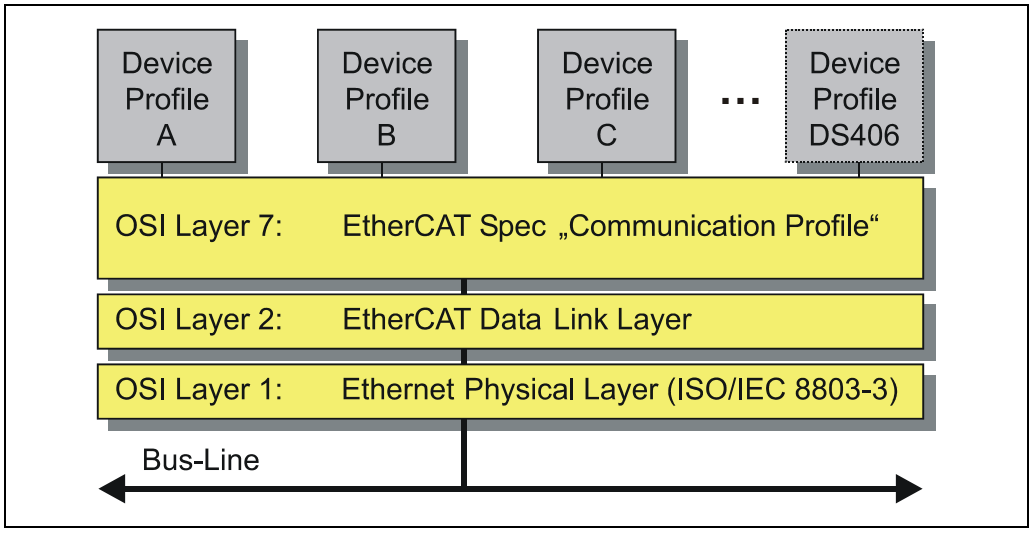

Device Profile A
Device Profile B
Device Profile C
...
Device Profile DS406
OSI Layer 7: EtherCAT Spec „Communication Profile“
OSI Layer 2: EtherCAT Data Link Layer
OSI Layer 1: Ethernet Physical Layer (ISO/IEC 8803-3)
Bus-Line

Abbildung 5: EtherCAT eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

[1] EN 50325-4: Industrielle-Kommunikations-Systeme, basierend auf ISO 11898 (CAN) für Controller-Device Interfaces. Teil 4: CANopen.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.5 Objektverzeichnis

Das Objektverzeichnis strukturiert die Daten eines EtherCAT-Gerätes in einer übersichtlichen tabellarischen Anordnung. Es enthält sowohl sämtliche Geräteparameter als auch alle aktuellen Prozessdaten, die damit auch über das SDO zugänglich sind.

Index (hex)	Objekt
0x0000-0x0FFF	Datentyp Definitionen
0x1000-0x1FFF	CoE Kommunikations-Profilbereich (CiA DS-301)
0x2000-0x5FFF	Herstellerspezifischer-Profilbereich
0x6000-0x9FFF	Geräte-Profilbereich (CiA DS-406)
0xA000-0xFFFF	Reserviert

Abbildung 6: Aufbau des Objektverzeichnisses

4.6 Prozess- und Service-Daten-Objekte

Prozess-Daten-Objekt (PDO)

Prozess-Daten-Objekte managen den Prozessdatenaustausch, z.B. die zyklische Übertragung des Positionswertes.

Service-Daten-Objekt (SDO)

Service-Daten-Objekte managen den Parameterdatenaustausch, z.B. das azyklische Ausführen der Presetfunktion.
Für Parameterdaten beliebiger Größe steht mit dem SDO ein leistungsfähiger Kommunikationsmechanismus zur Verfügung. Hierfür wird zwischen dem Konfigurationsmaster und den angeschlossenen Geräten ein Servicedatenkanal für Parameterkommunikation ausgebildet. Die Geräteparameter können mit einem einzigen Telegramm-Handshake ins Objektverzeichnis der Geräte geschrieben werden bzw. aus diesem ausgelesen werden.

Wichtige Merkmale von SDO und PDO

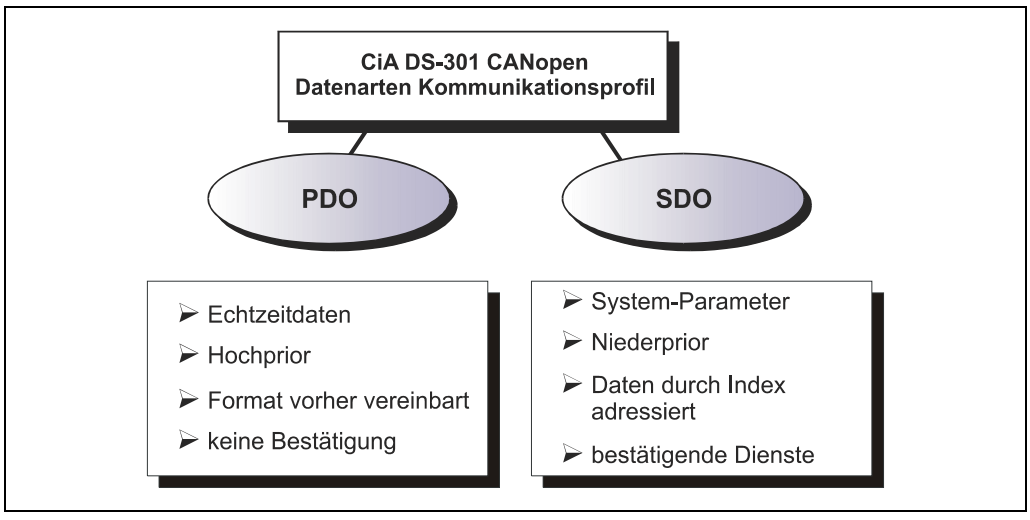


Abbildung 7: Gegenüberstellung von PDO/SDO-Eigenschaften

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.6.1 Kompatibilität zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil

Unterstützte Dienste

- Initiate SDO Download
- Initiate SDO Upload
- Abort SDO Transfer

Nicht unterstützte Dienste (nicht erforderlich)

- Initiate SDO Block Download
- Download SDO Block
- End SDO Block Download
- Initiate SDO Block Upload
- Upload SDO Block
- End SDO Block Upload

4.6.2 Erweiterungen zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil

Aufhebung des 8 Byte Standard CANopen SDO-Frames

- Volle Mailboxkapazität verfügbar
- „Initiate SDO Download“ Request / „SDO Upload“ Response kann Daten nach dem SDO-Header beinhalten

Download und Upload aller Sub-Indices auf einmal

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7 Übertragung von SDO Nachrichten

Mit den SDO Diensten können die Einträge des Objektverzeichnisses gelesen oder geschrieben werden. Das SDO Transport Protokoll erlaubt die Übertragung von Objekten mit beliebiger Größe. Das EtherCAT SDO Protokoll ist äquivalent zum CANopen SDO Protokoll, um die Wiederverwendung von vorhandenen Protokoll-Stacks zu gewährleisten.

Das erste Byte des ersten Segments beinhaltet die notwendigen Steuerungsinformationen. Die nächsten drei Bytes des ersten Segments beinhalten den Index und Sub-Index der zu lesenden oder zu schreibenden Objektverzeichniseinträge. Die letzten vier Bytes des ersten Segments sind verfügbar für Nutzdaten. Das zweite und die folgenden Segmente beinhalten das Steuerbyte und Nutzdaten. Der Empfänger bestätigt jedes Segment oder ein Block von Segmenten, so das eine Peer-To-Peer Kommunikation (Client/Server) statt findet.

Im CAN-kompatiblen Mode besteht das SDO Protokoll aus 8 Bytes, um der CAN Datengröße zu entsprechen. Im erweiterten Mode werden die Nutzdaten einfach erweitert, ohne den Protokoll-Header zu verändern. Auf diese Weise wird die vergrößerte Datenmenge der EtherCAT Mailbox an das SDO Protokoll angepasst, die Übertragung von großen Datenmengen wird somit entsprechend beschleunigt.

Außerdem wurde ein Mode hinzugefügt der es erlaubt, in einem Vorgang, die kompletten Daten eines Indexes aus dem Objektverzeichnisses zu übertragen. Die Daten aller Sub-Indices werden anschließend übertragen.

Die Dienste mit Bestätigung (Initiate SDO Upload, Initiate SDO Download, Download SDO Segment, und Upload SDO Segment) und die Dienste ohne Bestätigung (Abort SDO Transfer) werden für die Ausführung der Segmented/Expedited Übertragung der Service-Daten-Objekte benutzt.

Der so genannte ***SDO Client*** (Master) spezifiziert in seiner Anforderung „Request“ den Parameter, die Zugriffsart (Lesen/Scheiben) und gegebenenfalls den Wert. Der so genannte ***SDO Server*** (Slave bzw. Mess-System) führt den Schreib- oder Lesezugriff aus und beantwortet die Anforderung mit einer Antwort „Response“. Im Fehlerfall gibt ein Fehlercode (Abort SDO Transfer) Auskunft über die Fehlerursache.

Üblicherweise stellt der EtherCAT-Master entsprechende Mechanismen für die SDO-Übertragung zur Verfügung. Die Kenntnis über den Protokoll-Aufbau und internen Abläufe sind daher nicht notwendig.

Für die Fehlersuche kann es jedoch wichtig sein, den prinzipiellen Ablauf von SDO-Übertragungen zu kennen. Aus diesem Grund wird im Folgenden näher auf die Dienste *Initiate SDO Download Expedited* und *Initiate SDO Upload Expedited* eingegangen. Über diese Dienste können jeweils bis zu vier Byte geschrieben, bzw. bis zu vier Byte gelesen werden. Für die meisten Objekte ist dies ausreichend.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Schreib-Dienste, Client --> Server

- **Initiate SDO Download Expedited**
  Der *Expedited SDO Download* Dienst wird für eine beschleunigte Übertragung von ≤ 4 Byte benutzt. Der Server antwortet mit dem Ergebnis der Downloadanfrage.

- **Initiate SDO Download Normal**
  Der *Initiate SDO Download* Dienst wird für eine Einzelübertragung von Daten benutzt, wenn die Anzahl der Bytes von der Mailbox aufgenommen werden kann, oder wenn ein segmentierte Übertragung mit mehr Bytes gestartet werden soll.

Lese-Dienste, Server --> Client

- **Initiate SDO Upload Expedited**
  Der *Expedited SDO Upload* Dienst wird für eine beschleunigte Übertragung von ≤ 4 Byte benutzt. Der Server antwortet mit dem Ergebnis der Uploadanfrage und den angeforderten Daten, bei erfolgreicher Durchführung.

- **Initiate SDO Upload Normal**
  Der *Initiate SDO Upload* Dienst wird für eine Einzelübertragung von Daten benutzt, wenn die Anzahl der Bytes von der Mailbox aufgenommen werden kann, oder wenn ein segmentierte Übertragung mit mehr Bytes gestartet werden soll. Der Server antwortet mit dem Ergebnis der Uploadanfrage und den angeforderten Daten, bei erfolgreicher Durchführung.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7.1 CANopen over EtherCAT Protokoll

4.7.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request

Schreiben, Client --> Server

Frame Fragment		Datenfeld	Datentyp	Wert / Beschreibung
Mailbox Header		Länge	WORD	0x0A: Länge der Mailbox Service Daten
		Adresse	WORD	Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client
		Kanal	unsigned:6	0x00, reserviert
		Priorität	unsigned:2	0x00: kleinste Priorität … 0x03: höchste Priorität
		Typ	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserviert	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Anzahl	unsigned:9	0x00
		reserviert	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x02: SDO Request
SDO	Kommando-Code (CCD)	Größen-Anzeiger	unsigned:1	0x00: Größe der Daten (1..4) nicht spezifiziert 0x01: Größe der Daten in Datensatz-Größe spezifiziert
		Übertragungstyp	unsigned:1	0x01: Expedited Übertragung
		Datensatz-Größe	unsigned:2	0x00: 4 Byte Daten 0x01: 3 Byte Daten 0x02: 2 Byte Daten 0x03: 1 Byte Daten
		Gesamt-Zugriff	unsigned:1	0x00
		Kommando	unsigned:3	0x01: Initiate Download Request
		Index	WORD	Objekt Index
		Sub-Index	BYTE	Objekt Sub-Index
		Daten	BYTE[4]	Objekt-Daten

Tabelle 1: CANopen Initiate SDO Download Expedited Request

Aus dem obigen Protokoll lassen sich folgende SDO-Schreibtelegramme ableiten:

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x23	4 Byte schreiben	SDO Request
0x27	3 Byte schreiben	SDO Request
0x2B	2 Byte schreiben	SDO Request
0x2F	1 Byte schreiben	SDO Request

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response

Response, Server --> Client

Frame Fragment		Datenfeld	Datentyp	Wert / Beschreibung
Mailbox Header		Länge	WORD	0x06: Länge der Mailbox Service Daten
		Adresse	WORD	Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client
		Kanal	unsigned:6	0x00, reserviert
		Priorität	unsigned:2	0x00: kleinste Priorität … 0x03: höchste Priorität
		Typ	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserviert	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Anzahl	unsigned:9	0x00
		reserviert	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x03: SDO Response
SDO	Kommando-Code (CCD)	Größen-Anzeiger	unsigned:1	0x00
		Übertragungstyp	unsigned:1	0x00
		Datensatz-Größe	unsigned:2	0x00
		Gesamt-Zugriff	unsigned:1	0x00
		Kommando	unsigned:3	0x03: Initiate Download Response
		Index	WORD	Objekt Index
		Sub-Index	BYTE	Objekt Sub-Index

Tabelle 2: Initiate SDO Download Expedited

Der Server antwortet mit folgender Response:

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x60	Schreiben erfolgreich	SDO Response
0x80	Fehler, Abort SDO Transfer	SDO Response

Im Fall eines Fehlers (SDO-Response CCD = 0x80) enthält der Datenbereich einen 4-Byte-Fehlercode, der über die Fehlerursache Auskunft gibt, siehe Kapitel SDO Abort Codes, Seite 56.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request

Lesen, Server --> Client

Frame Fragment		Datenfeld	Datentyp	Wert / Beschreibung
Mailbox Header		Länge	WORD	0x06: Länge der Mailbox Service Daten
		Adresse	WORD	Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client
		Kanal	unsigned:6	0x00, reserviert
		Priorität	unsigned:2	0x00: kleinste Priorität … 0x03: höchste Priorität
		Typ	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserviert	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Anzahl	unsigned:9	0x00
		reserviert	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x02: SDO Request
SDO	Kommando-Code (CCD)	Größen-Anzeiger	unsigned:1	0x00
		Übertragungstyp	unsigned:1	0x00
		Datensatz-Größe	unsigned:2	0x00
		Gesamt-Zugriff	unsigned:1	0x00
		Kommando	unsigned:3	0x02: Initiate Upload Request
		Index	WORD	Objekt Index
		Sub-Index	BYTE	Objekt Sub-Index

Tabelle 3: Initiate SDO Upload Expedited Request

Aus dem obigen Protokoll lässt sich folgendes SDO-Lesetelegramm ableiten:

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x40	Leseanforderung	SDO Request

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response

Response, Server --> Client

Frame Fragment		Datenfeld	Datentyp	Wert / Beschreibung
Mailbox Header		Länge	WORD	0x0A: Länge der Mailbox Service Daten
		Adresse	WORD	Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client
		Kanal	unsigned:6	0x00, reserviert
		Priorität	unsigned:2	0x00: kleinste Priorität … 0x03: höchste Priorität
		Typ	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserviert	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Anzahl	unsigned:9	0x00
		reserviert	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x03: SDO Response
SDO	Kommando-Code (CCD)	Größen-Anzeiger	unsigned:1	0x00: Größe der Daten (1..4) nicht spezifiziert 0x01: Größe der Daten in Datensatz-Größe spezifiziert
		Übertragungstyp	unsigned:1	0x01: Expedited Übertragung
		Datensatz-Größe	unsigned:2	0x00: 4 Byte Daten 0x01: 3 Byte Daten 0x02: 2 Byte Daten 0x03: 1 Byte Daten
		Gesamt-Zugriff	unsigned:1	0x00
		Kommando	unsigned:3	0x02: Initiate Upload Response
		Index	WORD	Objekt Index
		Sub-Index	BYTE	Objekt Sub-Index
		Daten	BYTE[4]	Objekt-Daten

Tabelle 4: Initiate SDO Upload Expedited Response

Der Server antwortet mit folgenden Response-Möglichkeiten:

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x43	4 Byte Daten gelesen	SDO Response
0x47	3 Byte Daten gelesen	SDO Response
0x4B	2 Byte Daten gelesen	SDO Response
0x4F	1 Byte Daten gelesen	SDO Response
0x80	Fehler, Abort SDO Transfer	SDO Response

Im Fall eines Fehlers (SDO-Response CCD = 0x80) enthält der Datenbereich einen 4-Byte-Fehlercode, der über die Fehlerursache Auskunft gibt, siehe Kapitel SDO Abort Codes, Seite 56.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.8 PDO-Mapping

Unter PDO-Mapping versteht man die Abbildung der Applikationsobjekte (Echtzeitdaten, z.B. Objekt 6004h „Positionswert“) aus dem Objektverzeichnis in die Prozessdatenobjekte, z.B. Objekt 1A00h (1st Transmit PDO).

Das aktuelle Mapping kann über entsprechende Einträge im Objektverzeichnis, die so genannten Mapping-Tabellen, gelesen werden. An erster Stelle der Mapping Tabelle (Subindex 0) steht die Anzahl der gemappten Objekte, die im Anschluss aufgelistet sind. Die Tabellen befinden sich im Objektverzeichnis bei Index 0x1600 ff. für die RxPDOs bzw. 0x1A00ff für die TxPDOs.

4.9 EtherCAT State Machine (ESM)

Das Application Management beinhaltet die EtherCAT State Machine, welche die Zustände und Zustandsänderungen der Slave-Applikation beschreibt. Bis auf wenige Details entspricht die ESM dem CANopen Netzwerkmanagement (NMT). Um ein sichereres Anlaufverhalten zu ermöglichen, ist beim EtherCAT zusätzlich der Zustand „Safe Operational“ eingeführt worden. Hierbei werden bereits gültige Eingänge übertragen, während die Ausgänge noch im sicheren Zustand verbleiben.

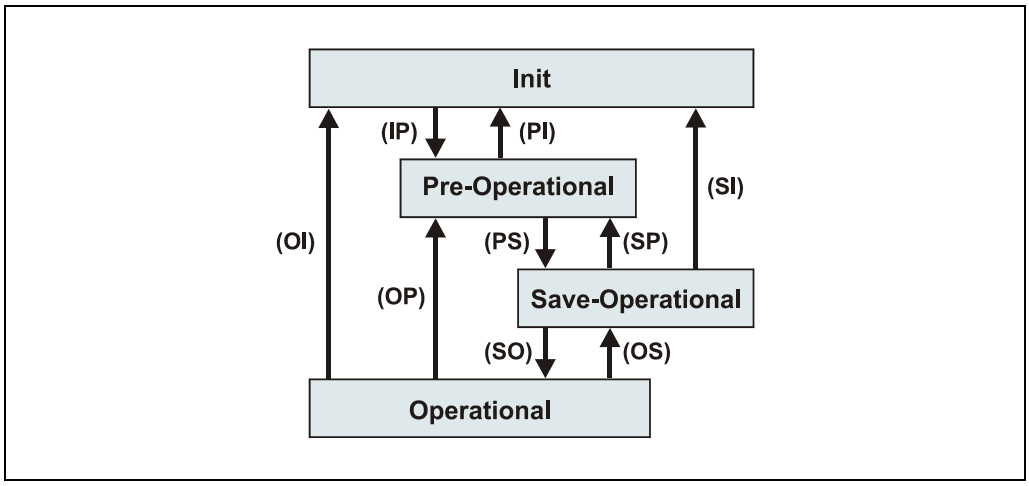


Abbildung 8: EtherCAT State Machine

Zustand	Beschreibung
IP	Start Mailbox Communication
PI	Stop Mailbox Communication
PS	Start Input Update
SP	Stop Input Update
SO	Start Output Update
OS	Stop Output Update
OP	Stop Output Update, Stop Input Update
SI	Stop Input Update, Stop Mailbox Communication
OI	Stop Output Update, Stop Input Update, Stop Mailbox Communication

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.10 Weitere Informationen

Weitere Informationen zu EtherCAT erhalten Sie auf Anfrage von der ***EtherCAT Technology Group*** (ETG) unter nachstehender Adresse:

ETG Headquarter
Ostendstraße 196
90482 Nuremberg
Germany
Phone: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5620
Fax: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5629
Email: info@ethercat.org
Internet: www.ethercat.org

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

5 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung

EtherCAT unterstützt Linien-, Baum- oder Sternstrukturen. Die bei den Feldbussen eingesetzte Bus- oder Linienstruktur wird damit auch für Ethernet verfügbar. Dies ist besonders praktisch bei der Anlagenverdrahtung, da eine Kombination aus Linie und Stichleitungen möglich ist.

Für die Übertragung nach dem 100Base-TX Fast Ethernet Standard sind Patch-Kabel der Kategorie STP CAT5 zu benutzen (2 x 2 paarweise verdrillte und geschirmte Kupferdraht-Leitungen). Die Kabel sind ausgelegt für Bitraten von bis zu 100 MBit/s. Die Übertragungsgeschwindigkeit wird vom Mess-System automatisch erkannt und muss nicht durch Schalter eingestellt werden.

Eine Adressierung über Schalter ist ebenfalls nicht notwendig, diese wird automatisch durch die Adressierungsmöglichkeiten des EtherCAT-Masters vorgenommen.

Die Kabellänge zwischen zwei Teilnehmern darf max. 100 m betragen, insgesamt sind 65535 Teilnehmer im EtherCAT-Netzwerk möglich.

Um einen sicheren und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, sind die

- *ISO/IEC 11801, EN 50173 (europäische Standard)*
- *ISO/IEC 8802-3*
- *und sonstige einschlägige Normen und Richtlinien zu beachten!*

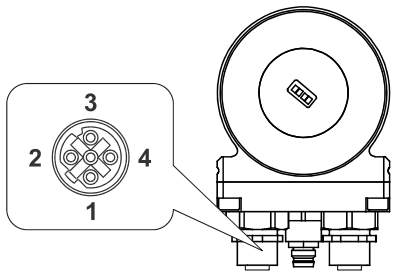
Insbesondere sind die EMV-Richtlinie sowie die Schirmungs- und Erdungsrichtlinien in den jeweils gültigen Fassungen zu beachten!

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

5.1 Anschluss

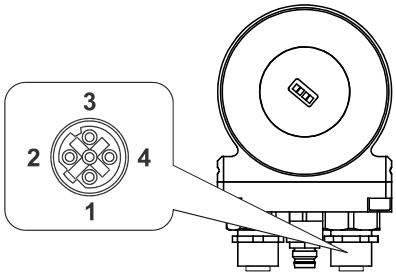
PORT-IN	Flanschdose M12x1-4 pol. D-kodiert

Pin 1 TxD+, Sendedaten +
Pin 2 RxD+, Empfangsdaten +
Pin 3 TxD–, Sendedaten –
Pin 4 RxD–, Empfangsdaten –



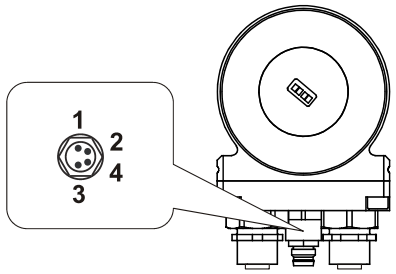
PORT-OUT	Flanschdose M12x1-4 pol. D-kodiert

Pin 1 TxD+, Sendedaten +
Pin 2 RxD+, Empfangsdaten +
Pin 3 TxD–, Sendedaten –
Pin 4 RxD–, Empfangsdaten –



Versorgung	Flanschstecker M8x1-4 pol.

Pin 1 11 – 27 V DC
Pin 2 [1] TRWinProg+
Pin 3 GND, 0 V
Pin 4 [1] TRWinProg–



Für die Versorgung sind paarweise verdrillte und geschirmte Kabel zu verwenden !

Die Schirmung ist großflächig auf das Gegensteckergehäuse aufzulegen!

Bestellangaben zur Ethernet Flanschdose M12x1-4 pol. D-kodiert

Hersteller	Bezeichnung	Bestell-Nr..:
Binder	Series 825	99-3729-810-04
Phoenix Contact	SACC-M12MSD-4CON-PG 7-SH (PG 7)	15 21 25 8
Phoenix Contact	SACC-M12MSD-4CON-PG 9-SH (PG 9)	15 21 26 1
Harting	HARAX® M12-L	21 03 281 1405

[1] Für Servicezwecke, z.B. Softwareupdate

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

5.2 Einschalten der Versorgungsspannung

Nachdem der Anschluss vorgenommen worden ist, kann die Versorgungsspannung eingeschaltet werden.

Das Mess-System wird zunächst initialisiert und befindet sich danach im Zustand **INIT**. In diesem Zustand ist keine direkte Kommunikation zwischen Master und Mess-System über den Application-Layer möglich. Über den EtherCAT-Master kann das Mess-System gemäß der State-Machine nach und nach in den Zustand OPERATIONAL überführt werden:

PRE-OPERATIONL
Mit dem „Start Mailbox Communication“ Kommando wird das Mess-System in den Zustand PRE-OPERATIONL versetzt. In diesem Zustand ist zuerst nur die Mailbox aktiv und Master und Mess-System tauschen Applikations-spezifische Initialisierungen und Parameter aus. Im PRE-OPERATIONAL-Zustand ist zunächst nur eine Parametrierung über Service-Daten-Objekte möglich. Es ist aber möglich, PDOs unter Nutzung von SDOs zu konfigurieren.

SAFE-OPERATIONAL
Mit dem „Start Input Update“ Kommando wird das Mess-System in den Zustand SAVE-OPERATIONL versetzt. In diesem Zustand liefert das Mess-System bereits gültige aktuelle Eingangsdaten ohne die Ausgangsdaten zu verändern. Die Ausgänge befinden sich im sicheren Zustand.

OPERATIONAL
Mit dem „Start Output Update“ Kommando wird das Mess-System in den Zustand OPERATIONL versetzt. In diesem Zustand liefert das Mess-System gültige Eingangsdaten und der Master gültige aktuelle Ausgangsdaten. Nach dem das Mess-System die über den Prozessdaten-Service empfangenen Daten erkannt hat, wird der Zustandsübergang vom Mess-System bestätigt. Wenn die Aktivierung der Ausgangsdaten nicht möglich war, verbleibt das Mess-System weiterhin im Zustand SAFE-OPERATIONAL und gibt eine Fehlermeldung aus.

Zugriffe auf die **CANopen-over-EtherCAT** (CoE) Mailbox bewirken, dass das Mess-System während der Dienst-Ausführung keine plausiblen Werte ausgibt. Dies gilt für die Zustände **SAFE-OPERATIONAL** und **OPERATIONAL**. In der Regel werden die Mailbox-Zugriffe über SDO-Anforderungen ausgelöst.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

6 Inbetriebnahme

6.1 Gerätebeschreibungsdatei

Die XML-Datei enthält alle Informationen über die Mess-System-spezifischen Parameter sowie Betriebsarten des Mess-Systems. Die XML-Datei wird durch das EtherCAT-Netzwerkkonfigurationswerkzeug eingebunden, um das Mess-System ordnungsgemäß konfigurieren bzw. in Betrieb nehmen zu können.

Die XML-Datei hat den Dateinamen **"TR-ETHERCAT-DEVICES_V00X.XML"**. und befindet sich auf der
Software/Support CD Art.-Nr.: 490-01001 --> Soft-Nr.: 490-00423.

6.1.1 Gerätegruppen

Die XML-Datei enthält mehrere Gerätegruppen und Gerätetypen. Für rotative Mess-Systeme ist daher die Gerätegruppe „TR-Rotative“ auszuwählen. Unter der Gerätegruppe befinden sich die einzelnen Gerätetypen mit den dazugehörigen Objekten, welche sich in der Anzahl und der Bitlänge unterscheiden können. Der Gerätetyp ist entsprechend dem Typenschild auszuwählen:

TR-Rotative
- **...**
  - ...
  - ...
  - ...
- **CEx-58x**
  - 1000
  - 1008
  - 1009
  - 100A
  - 1018
  - 1A00
  - 1A01
  - 1C00
  - 1C13
  - 1C33
  - 2000
  - 2001
  - 3101
  - 6000
  - 6001
  - 6002
  - 6003
  - ...

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

6.2 Bus-Statusanzeige

Das EtherCAT-Mess-System ist mit drei grünen Diagnose-LEDs ausgestattet.

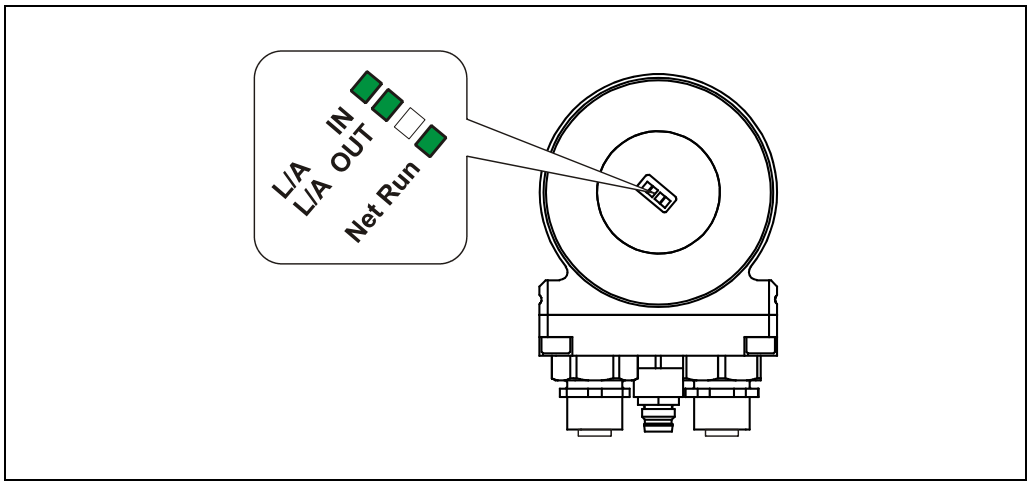


Abbildung 9: EtherCAT Diagnose-LEDs

Link / Activity IN - LED		Beschreibung
ON	= Link	Ethernet Verbindung hergestellt
Flickering	= Data Activity	Datenübertragung RxD

Link / Activity OUT - LED		Beschreibung
ON	= Link	Ethernet Verbindung hergestellt
Flickering	= Data Activity	Datenübertragung TxD

Net Run - LED	EtherCAT Zustandsmaschine
OFF	Gerät befindet sich im *INIT* Zustand
Blinking, 2.5 Hz	Gerät befindet sich im *PRE-OPERATIONAL* Zustand
Single Flash, 200 ms ON / 1000 ms OFF	Gerät befindet sich im *SAFE-OPERATIONAL* Zustand
ON	Gerät befindet sich im *OPERATIONAL* Zustand
Flickering, 10 Hz	Gerät befindet sich im Bootvorgang, *INIT* Zustand noch nicht erreicht

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Optische Anzeigen“, Seite 54.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

7 Betriebsarten

Vom Mess-System werden drei Betriebsarten unterstützt:

- Free Run
- Sync-Mode
- Distributed Clocks

In der Betriebsart „Free Run“ werden die Prozess-Daten asynchron zur EtherCAT-Buszykluszeit ausgegeben, z.B. in der Konfigurationsphase.

In der Betriebsart „Sync-Mode“ werden die Prozess-Daten synchron zur EtherCAT-Buszykluszeit ausgegeben.

In der Betriebsart „Distributed Clocks“ werden die Prozess-Daten synchron zu einer selbst definierten Zeit ausgegeben. Die Einstellungen hierfür werden im EtherCAT-Master vorgenommen. Vom Mess-System werden die Synchronisationssignale „SYNC0“ und „SYNC1“ unterstützt.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301)

Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der unterstützten Indexe im Kommunikationsprofilbereich:

M = Mandatory (zwingend)
O = Optional
C = Conditional (bedingt)

Index (h)	Objekt	Name	Typ	Attr.	M/O/C	Seite
1000	VAR	Gerätetyp	Unsigned32	ro	M	33
1008	VAR	Hersteller Gerätenamen	String(14), 112	const	O	33
1009	VAR	Hersteller Hardwareversion	String(14), 112	const	O	34
100A	VAR	Hersteller Softwareversion	String(14), 112	const	O	34
1018	RECORD	Identity Objekt	Identity (23h)	ro	M	35
1A00	RECORD	1st Übertragungs-PDO - Status - Position	PDO Mapping, 21h	ro	C	37
1A01	RECORD	2nd Übertragungs-PDO - Status - Position - Time Stamp	PDO Mapping	ro	C	39
1C00	ARRAY	Sync Manager Kommunikations-Typ	Unsigned8	ro	M	41
1C12	-	Sync Manager RxPDO Zuweisung	wird nicht unterstützt, da keine RxPDOs vorhanden			
1C13	ARRAY	Sync Manager TxPDO Zuweisung	Unsigned16	rw	M	43
1C32	-	Sync Manager 3 Parameter (Output)	wird nicht unterstützt, da keine Ausgänge vorhanden			
1C33	RECORD	Sync Manager 3 Parameter (Input)	Unsigned16	rw	O	44

Tabelle 5: Kommunikationsspezifische Standard-Objekte

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.1 Objekt 1000h: Gerätetyp

Beinhaltet Information über den Gerätetyp. Das Objekt mit Index 1000h beschreibt den Gerätetyp und seine Funktionalität. Es besteht aus einem 16 Bit Feld, welches das benutzte Geräteprofil beschreibt (Geräteprofil-Nr. 406 = 196h) und ein zweites 16 Bit Feld, welches Informationen über den Gerätetyp liefert.

Index	**0x1000**
Name	Device Type
Objekt Code	VAR
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

Gerätetyp			
Geräte-Profil-Nummer		Encoder-Typ	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
96h	01h	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

Encoder-Typ		
Code	**Definition**	**Default**
01	Absoluter Single-Turn Encoder	je nach Encoder-Typ
02	Absoluter Multi-Turn Encoder	

8.2 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen

Enthält den Hersteller Gerätenamen.

Index	**0x1008**
Name	Device Name
Objekt Code	VAR
Datentyp	VISIBLE_STRING
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	"CEx-58x"

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.3 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion

Enthält die Hersteller Hardwareversion.

Index	0x1009
Name	Hardware Version
Objekt Code	VAR
Datentyp	VISIBLE_STRING
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	"310151"

8.4 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion

Enthält die Hersteller Softwareversion.

Index	0x100A
Name	Software Version
Objekt Code	VAR
Datentyp	VISIBLE_STRING
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	"437734V1", abhängig von der aktuellen Version

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.5 Objekt 1018h: Identity Objekt

Das Identity Objekt enthält folgende Parameter:

- EtherCAT Vendor ID
  Enthält die von der ETG zugewiesene Geräte Vendor ID
- Product Code
  Enthält den Geräte-Produktcode
- Revision Number
  Enthält die Revisionsnummer des Gerätes, welche die Funktionalität und die einzelnen Versionen definiert.
- Serial Number
  Enthält die Geräte-Seriennummer

Index	0x1018
Name	Identity
Objekt Code	RECORD
Datentyp	IDENTITY
Kategorie	Mandatory

Sub-Index	0
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	4

Sub-Index	1
Beschreibung	Vendor ID
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	1289

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	2
Beschreibung	Product Code
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	85310151

Sub-Index	3
Beschreibung	Revision Number
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	101

Sub-Index	4
Beschreibung	Serial Number
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	0

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.6 Objekt 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping

Über das erste Sende-Prozess-Daten-Objekt 0x1A00 können folgende Prozess-Daten übertragen werden:

- Status, Objekt 3101, Input --> Sub-Index 1
- Position, Objekt 3101, Input --> Sub-Index 2

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A00 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 43 vorgenommen.

Index	0x1A00
Name	TxPDO 1 Normal mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO

Sub-Index	0
Beschreibung	Anzahl der gempappten Objekte im PDO
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	2

Sub-Index	1
Beschreibung	Input, Status
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Conditional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 8 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 1 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 3101

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	2
Beschreibung	Input, Position
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Conditional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 32 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 2 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 3101

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.7 Objekt 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping

Über das zweite Sende-Prozess-Daten-Objekt 0x1A01 können folgende Prozess-Daten übertragen werden:

- Status, Objekt 3101, Input --> Sub-Index 1
- Position, Objekt 3101, Input --> Sub-Index 2
- Time Stamp, Objekt 3101, Input --> Sub-Index 3

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A01 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 43 vorgenommen.

Index	0x1A01
Name	TxPDO 2 Time Stamp mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO

Sub-Index	0
Beschreibung	Anzahl der gempappten Objekte im PDO
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	3

Sub-Index	1
Beschreibung	Input, Status
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Conditional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 8 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 1 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 3101

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	2
Beschreibung	Input, Position
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Conditional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 32 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 2 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 3101

Sub-Index	3
Beschreibung	Input, TimeStamp
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Conditional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 32 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 3 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 3101

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.8 Objekt 1C00h: Sync Manager Communication Type

Mit diesem Objekt werden die Anzahl der benutzten Kommunikations-Kanäle und die Art der Kommunikation festgelegt.

Unterstützt werden:
- Mailbox senden und empfangen
- Prozessdaten-Eingang für die Übertragung der Positionswerte (Slave --> Master)

Die Einträge können nur gelesen werden, die Konfiguration der Kommunikations-Kanäle erfolgt automatisch beim Hochlauf des EtherCAT-Masters.

Index	0x1C00
Name	Sync Manager Communication Type
Objekt Code	ARRAY
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory

Sub-Index	0
Beschreibung	Anzahl der benutzen Sync Manager Kanäle
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	4

Sub-Index	1
Beschreibung	Communication Type Sync Manager 0
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	1: Mailbox empfangen (Master --> Slave)

Sub-Index	2
Beschreibung	Communication Type Sync Manager 1
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	2: Mailbox senden (Slave --> Master)

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	3
Beschreibung	Communication Type Sync Manager 2
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	3: unbenutzt

Sub-Index	4
Beschreibung	Communication Type Sync Manager 3
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	4: Prozessdaten-Eingang (Slave --> Master)

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.9 Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)

Über Objekt 1C13h wird die Anzahl und der jeweilige Objekt Index der zugeordneten TxPDOs festgelegt. Als Prozess-Daten-Eingang kann eines der folgenden Sende-Prozess-Daten-Objekte zugeordnet werden:

- **0x1A00, 1. Sende-Prozess-Daten-Objekt**
- **0x1A01, 2. Sende-Prozess-Daten-Objekt**

Index	0x1C13
Name	Sync Manager TxPDO Assign
Objekt Code	ARRAY
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory

Sub-Index	0
Beschreibung	Anzahl der zugeordneten TxPDOs
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	1

Sub-Index	1
Beschreibung	PDO Mapping Objekt Index des zugeordneten TxPDOs
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Conditional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Wert	0x1A00: TxPDO 1 0x1A01: TxPDO 2
Default	0x1A00: TxPDO 1

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.10 Objekt 1C33h: Sync Manager 3, Parameter

Das Objekt 1C33h „Input Sync Manager Parameter“ beschreibt die Einstellungen für den Input Sync Manager und kann nur gelesen werden.

Index	0x1c33
Name	Sync Manager 3 Parameter
Objekt Code	RECORD
Datentyp	Unsigned16
Kategorie	Optional

Sub-Index	0
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	11

Sub-Index	1
Beschreibung	Synchronization Type
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	1: Synchron – synchronisiert mit Sync Manager 3 Ereignis 5: Distributed Clocks

Sub-Index	2
Beschreibung	Cycle Time
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Min. Zeit zwischen zwei SM2/3 Ereignissen in ns.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	3
Beschreibung	Shift Time
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Zeit zwischen SM3 Ereignis und dem Hardware-Eingangslatch in ns

Sub-Index	4
Beschreibung	Synchronization Types Supported
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	0x12: Bit 1: Sync-Mode unterstützt Bit 4: Distributed Clocks unterstützt

Sub-Index	5
Beschreibung	Minimum Cycle Time
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Min. Zykluszeit, die durch den Slave unterstützt wird in ns (Max. Zeitdauer des lokalen Zyklusses).

Sub-Index	6
Beschreibung	Calc and Copy Time
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Zeit in ns, welche der Controller für eventuelle Berechnungen der Eingangswerte und für die Übertragung der Prozessdaten vom lokalen Speicher zum Sync Manager benötigt, bevor die Daten für den EtherCAT verfügbar sind.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	7
Beschreibung	Reserved
Datentyp	UNSIGNED32

Sub-Index	8
Beschreibung	Get Cycle Time
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Wert	0: Messung der lokalen Zykluszeit gestoppt 1: Messung der lokalen Zykluszeit gestartet

Sub-Index	9
Beschreibung	Delay Time
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Slave Hardware-Verzögerungszeit in ns.

Sub-Index	10
Beschreibung	Application Controller Cycle Time
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Nur relevant für Synchronisations-Typ = 2 und untergeordneten lokalem Zyklus.

Sub-Index	11
Beschreibung	Sync 0 Cycle Time
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Nur relevant für Synchronisations-Typ = 2 und untergeordneten lokalem Zyklus.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9 Hersteller- und Profilspezifische Objekte (CiA DS-406)

M = Mandatory (zwingend)
O = Optional

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	M/O	Seite
Parameter						
2000	VAR	Parameter übernehmen	Unsigned32	rw	O	48
2001	VAR	Anzahl Umdrehungen, Zähler	Unsigned32	rw	O	48
3101	VAR	Eingang	DT3101, 96	ro	O	50
6000	VAR	Betriebsparameter	Unsigned32	rw	M	52
6001	VAR	Mess-Schritte pro Umdrehung	Unsigned32	ro	M	49
6002	VAR	Gesamtmesslänge in Schritten	Unsigned32	rw	M	49
6003	VAR	Presetwert	Unsigned32	rw	M	52

Tabelle 6: Encoder-Profilbereich

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9.1 Objekt 2000h: Parameter übernehmen

Mit Schreibzugriff auf dieses Objekt speichert das Mess-System die Parameter in den nichtflüchtigen Speicher (EEPROM).

Index	0x2000
Beschreibung	Accept Paramters
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Wert	nicht relevant

9.2 Skalierungsparameter

Über die Skalierungsparameter kann die physikalische Auflösung des Mess-Systems verändert werden. Der ausgegebene Positionswert wird binär dekodiert und mit einer Nullpunktskorrektur und der eingestellten Zählrichtung verrechnet. Das Mess-System unterstützt bei dieser Konfiguration keine Kommazahlen oder von 2er-Potenzen abweichende Umdrehungszahlen (Getriebefunktion).

9.2.1 Objekt 2001h: Umdrehungen Zähler

Legt die ***Anzahl der Umdrehungen*** fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

Index	0x2001
Beschreibung	Number of Revolutions / -numerator
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	1 Umdrehung
Obergrenze	32768 Umdrehungen (Max.-Wert siehe Typenschild)
Default	**4096**

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9.2.2 Objekt 6001h: Schritte pro Umdrehung

Zeigt an, wie viele Schritte das Mess-System bei einer Umdrehung der Mess-System-Welle ausgibt.

Index	0x6001
Beschreibung	Single Measuring Range
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Untergrenze	1 Schritt / Umdrehung
Obergrenze	32768 Schritte / Umdrehung (Max.-Wert siehe Typenschild)
Default	**4096**

9.2.3 Objekt 6002h: Messlänge in Schritten

Legt die ***Gesamtschrittzahl*** des Mess-Systems fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

Index	0x6002
Beschreibung	Total Measuring Range
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	16 Schritte
Obergrenze	1 073 741 824 Schritte (30 Bit)
Default	**16777216**

Der tatsächlich einzugebende Obergrenzwert für die Messlänge in Schritten ist von der Mess-System-Ausführung abhängig und kann nach untenstehender Formel berechnet werden. Da der Wert "0" bereits als Schritt gezählt wird, ist der Endwert = Messlänge in Schritten – 1.

Messlänge in Schritten = Schritte pro Umdrehung * Anzahl der Umdrehungen

Zur Berechnung können die Parameter ***Schritte/Umdr.*** und ***Anzahl Umdrehungen*** vom Typenschild des Mess-Systems abgelesen werden.

*Bei der Eingabe der Parametrierdaten ist darauf zu achten, dass die Parameter **"Messlänge in Schritten"** und **"Anzahl Schritte pro Umdrehung"** so gewählt werden, dass der Quotient aus beiden Parametern eine Zweierpotenz ist.*
Ist dies nicht gegeben, korrigiert das Mess-System die Messlänge in Schritten auf die nächst kleinere Zweierpotenz in Umdrehungen. Die Anzahl Schritte pro Umdrehung bleibt konstant.
Die neu errechnete Messlänge in Schritten kann durch Rücklesen des Objektes 6002h ausgelesen werden und ist immer kleiner als die vorgegebene Messlänge. Es kann daher vorkommen, dass die tatsächlich benötigte Gesamtschrittzahl unterschritten wird und das Mess-System vor Erreichen des maximalen mechanischen Verfahrweges einen Nullübergang generiert.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9.3 Objekt 3101h: Eingang

Das Objekt 3101 „Eingang“ definiert den Ausgabe-Positionswert, den Geräte-Status und den Zeitstempel, welche über die Sende-Prozess-Daten-Objekte gemappt werden können.

Index	0x3101
Name	Input
Objekt Code	DEFSTRUCT
Datentyp	96 Bit
Kategorie	Optional

Sub-Index	0
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Wert	3

Sub-Index	1
Beschreibung	Status
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Wert	8: EEPROM-Fehler

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	2
Beschreibung	Position
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Wert	Aktuelle Position, binär codiert

Positionswert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

Sub-Index	3
Beschreibung	Time Stamp
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Wert	Wert in ns

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9.4 Objekt 6000h: Betriebsparameter

Das Objekt mit Index 6000h unterstützt nur die Funktion für die Zählrichtung.
Die Zählrichtung definiert, ob steigende oder fallende Positionswerte ausgegeben werden, wenn die Mess-System-Welle im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn gedreht wird (Blickrichtung auf die Welle).

Index	0x6000
Beschreibung	Operating Parameters
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Wert	Bit 0 = 0: Position im Uhrzeigersinn steigend, Blick auf Welle Bit 0 = 1: Position im Uhrzeigersinn fallend, Blick auf Welle

9.5 Objekt 6003h: Presetwert

WARNUNG !

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden durch einen Istwertsprung bei Ausführung der Preset-Justage-Funktion!

- Die Preset-Justage-Funktion sollte nur im Mess-System-Stillstand ausgeführt werden, bzw. muss der resultierende Istwertsprung programmtechnisch und anwendungstechnisch erlaubt sein!

Die Presetfunktion wird verwendet, um den Mess-System-Wert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten — 1 zu setzen. Der Ausgabe-Positionswert wird auf den Parameter "Presetwert" gesetzt, wenn auf dieses Objekt geschrieben wird.

Index	0x6003
Beschreibung	Preset Value
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Wert	aktuelle Ist-Position, bzw. ein Wert innerhalb des Bereiches von 0 bis programmierte Messlänge in Schritten — 1

Presetwert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

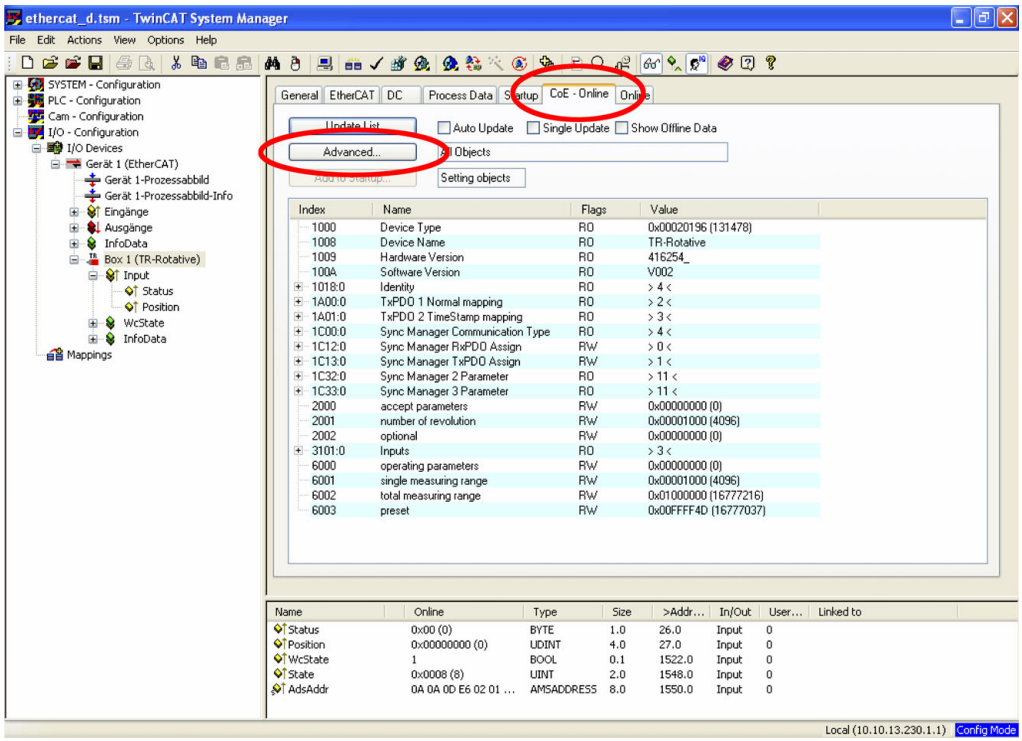
© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

10 Vom Mess-System unterstütze Objekte auslesen

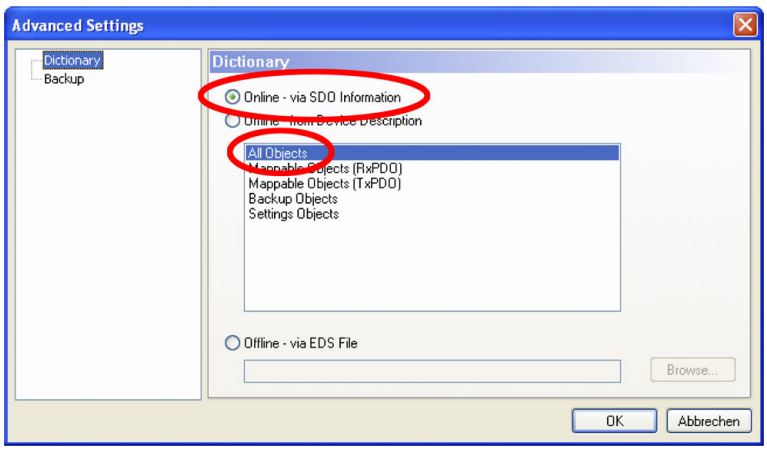
Die in diesem Handbuch beschriebenen Objekte stellt die max. Anzahl von Objekten dar. Welche Objekte vom Mess-System tatsächlich unterstützt werden, kann durch den EtherCAT „SDO Information Service“ ausgelesen werden.
Üblicherweise stellt der EtherCAT-Master entsprechende Mechanismen für das Auslesen der unterstützten Objekte zur Verfügung. Die Kenntnis über den Protokoll-Aufbau und internen Abläufe sind daher nicht notwendig.

Vorgehensweise bei Verwendung der „TwinCAT System Manager“ Konfigurationssoftware:

- Online-Verbindung herstellen
- Programmreiter ***CoE – Online*** auswählen
- Button ***Erweitert*** klicken



- Radio-Button ***Online...*** auswählen
- --> ***Alle Objekte***



© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11 Fehlerursachen und Abhilfen

11.1 Optische Anzeigen

Zuordnung siehe Kapitel „Bus-Statusanzeige“ auf Seite 30.

L/A LED	Ursache	Abhilfe
aus	Spannungsversorgung fehlt oder wurde unterschritten	- Spannungsversorgung, Verdrahtung prüfen - Liegt die Spannungsversorgung im zulässigen Bereich?
	Anschluss-Stecker nicht richtig verdrahtet bzw. festgeschraubt	Verdrahtung und Steckersitz überprüfen
	keine Busverbindung	Buskabel überprüfen
	Hardwarefehler, Mess-System defekt	Mess-System tauschen
blinkend	Mess-System betriebsbereit, Verbindung zum Master hergestellt, es werden momentan Daten übermittelt.	-
an	Mess-System betriebsbereit, Verbindung zum Master hergestellt, es werden momentan keine Daten übermittelt.	-

11.2 Mess-System – Fehler

Mess-System – Fehler werden über Objekt 3101h: Eingang, Sub-Index 1 gemeldet, siehe auch Seite 50.

Fehlercode	Ursache	Abhilfe
Bit 2^3 = 1, EE-PROM-Fehler	Speicherbereich im internen EE-PROM defekt	Versorgungsspannung eventuell ausschalten, danach wieder einschalten. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahme wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.3 Abort SDO Transfer Request Protocol

Im Fall eines Fehlers (SDO-Response CCD = 0x80) wird statt der Response das *Abort SDO Transfer Request Protocol* übertragen.

Abort SDO Transfer Request, Server --> Client

Frame Fragment		Datenfeld	Datentyp	Wert / Beschreibung
Mailbox Header		Länge	WORD	0x0A: Länge der Mailbox Service Daten
		Adresse	WORD	Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client
		Kanal	unsigned:6	0x00, reserviert
		Priorität	unsigned:2	0x00: kleinste Priorität … 0x03: höchste Priorität
		Typ	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserviert	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Anzahl	unsigned:9	0x00
		reserviert	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x02: SDO Request
SDO	Kommando-Code (CCD)	Größen-Anzeiger	unsigned:1	0x00
		Übertragungstyp	unsigned:1	0x00
		Datensatz-Größe	unsigned:2	0x00
		reserviert	unsigned:1	0x00
		Kommando	unsigned:3	**0x04: Abort Transfer Request**
		Index	WORD	Objekt Index
		Sub-Index	BYTE	Objekt Sub-Index
		Abort Code	**DWORD**	**Abort Code**

Tabelle 7: Abort SDO Transfer Request

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.3.1 SDO Abort Codes

Code	Beschreibung
0x05 03 00 00	Toggle Bit hat sich nicht geändert
0x05 04 00 00	SDO Protokoll Timeout
0x05 04 00 01	Client/Server Kommando nicht gültig oder unbekannt
0x05 04 00 05	Speicher zu klein
0x06 01 00 00	Nicht unterstützter Objekt-Zugriff
0x06 01 00 01	Lesezugriff auf ein Objekt, dass nur geschrieben werden kann
0x06 01 00 02	Schreibzugriff auf ein Objekt, dass nur gelesen werden kann
0x06 02 00 00	Objekt nicht vorhanden im Objektverzeichnis
0x06 04 00 41	Das Objekt kann nicht im PDO gemappt werden
0x06 04 00 42	Die Anzahl und Länge der gemappten Objekte überschreiten die PDO-Länge
0x06 04 00 43	Generelle Parameter-Inkompatibilität
0x06 04 00 47	Generelle Inkompatibilität im Gerät
0x06 06 00 00	Zugriff-Fehler aufgrund eines Hardwarefehlers
0x06 07 00 10	Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter stimmt nicht
0x06 07 00 12	Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter zu groß
0x06 07 00 13	Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter zu klein
0x06 09 00 11	Sub-Index existiert nicht
0x06 09 00 30	Parameter-Wertebereich überschritten, nur bei Schreibzugriff
0x06 09 00 31	Geschriebene Parameterwert zu groß
0x06 09 00 32	Geschriebene Parameterwert zu klein
0x06 09 00 36	Maximalwert ist kleiner als Minimalwert
0x08 00 00 00	Allgemeiner Fehler
0x08 00 00 20	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden in der Applikation
0x08 00 00 21	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden in der Applikation. Grund: lokale Steuerung
0x08 00 00 22	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden in der Applikation, Grund: aktueller Gerätestatus
0x08 00 00 23	Dynamischer Erstellungsfehler des Objektverzeichnisses, oder kein Objektverzeichnis vorhanden

Tabelle 8: SDO Abort Codes

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.4 Emergency Request Protocol

Emergency-Meldungen werden beim Auftreten einer geräteinternen Störung ausgelöst. Die Übertragung wird über die Mailbox-Schnittstelle ausgeführt.

Der Emergency Dienst wird vom Server benutzt, um Diagnose-Nachrichten an den Client zu übermitteln. Jedes, durch den Server an den Client übertragene Diagnoseereignis, wird auch wieder durch die Übertragung des Reset-Error-Codes bestätigt, wenn das Diagnoseereignis nicht mehr vorhanden ist.

Emergency Request, Server --> Client

Frame Fragment	Datenfeld	Datentyp	Wert / Beschreibung
Mailbox Header	Länge	WORD	n ≥ 0x0A: Länge der Mailbox Service Daten
	Adresse	WORD	Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client
	Kanal	unsigned:6	0x00, reserviert
	Priorität	unsigned:2	0x00: kleinste Priorität … 0x03: höchste Priorität
	Typ	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
	reserviert	unsigned:4	0x00
CANopen Header	Anzahl	unsigned:9	0x00
	reserviert	unsigned:3	0x00
	Service	unsigned:4	**0x01: Emergency**
Emergency	Error Code	WORD	Error Code
	Error Register	BYTE	Error Register
	Daten	BYTE[5]	Error Code 0000-9FFF: Herstellerspezifisches Fehlerfeld Error Code A000-EFFF: Diagnosedaten Error Code F000-FFFF: Herstellerspezifisches Fehlerfeld
	reserviert	BYTE[n-10]	noch nicht spezifiziert

Tabelle 9: Emergency Request

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.4.1 Emergency Error Codes

Error Code (hex)	Beschreibung
00xx	Error Reset oder kein Fehler
A0xx	EtherCAT State Machine Übergangsfehler
A000	Übergang PRE-OPERATIONAL --> SAVE-OPERATIONAL nicht erfolgreich

Tabelle 10: Emergency Error Codes

11.4.2 Error Register

Bit	M/O	Beschreibung
0	M	Allgemeiner Fehler
1	O	nicht unterstützt
2	O	nicht unterstützt
3	O	nicht unterstützt
4	O	Kommunikationsfehler (Überlauf, Fehlerstatus)
5	O	Geräteprofil-spezifisch
6	O	reserviert, immer 0
7	O	Hersteller-spezifisch

Tabelle 11: Aufbau des Error Registers

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.5 Sonstige Störungen

Störung	Ursache	Abhilfe
Positionssprünge des Mess-Systems	starke Vibrationen	Vibrationen, Schläge und Stöße z.B. an Pressen, werden mit so genannten „Schockmodulen“ gedämpft. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahmen wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.
	elektrische Störungen EMV	Gegen elektrische Störungen helfen eventuell isolierende Flansche und Kupplungen aus Kunststoff, sowie Kabel mit paarweise verdrillten Adern für Daten und Versorgung. Die Schirmung und die Leitungsführung müssen nach den Aufbaurichtlinien für das jeweilige Feldbus-System ausgeführt sein.
	übermäßige axiale und radiale Belastung der Welle oder einen Defekt der Abtastung.	Kupplungen vermeiden mechanische Belastungen der Welle. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahme weiterhin auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

User Manual

CEx-58 EtherCAT

Printed in the Federal Republic of Germany
© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

TR-Electronic GmbH
D-78647 Trossingen
Eglishalde 6
Tel.: (0049) 07425/228-0
Fax: (0049) 07425/228-33
email: info@tr-electronic.de
http://www.tr-electronic.de

Copyright protection

This Manual, including the illustrations contained therein, is subject to copyright protection. Use of this Manual by third parties in contravention of copyright regulations is not permitted. Reproduction, translation as well as electronic and photographic archiving and modification require the written content of the manufacturer. Violations shall be subject to claims for damages.

Subject to modifications

The right to make any changes in the interest of technical progress is reserved.

Document information

Release date / Rev. date:	11/17/2009
Document / Rev. no.:	TR - ECE - BA - DGB - 0069 - 02
File name:	TR-ECE-BA-DGB-0069-02.DOC
Author:	MÜJ

Font styles

Italic or **bold** font styles are used for the title of a document or are used for highlighting.

`Courier` font displays text, which is visible on the display or screen and software menu selections.

″ < > ″ indicates keys on your computer keyboard (such as <RETURN>).

Brand names

EtherCAT® is registered trademark and patented technology, licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.

All other specified products, names and logos serve exclusively for information purposes and may be trademarks of their respective owners, without any special marking to indicate this.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Contents

Contents **63**

Revision index **65**

1 General information **66**
1.1 Applicability 66
1.2 References 67
1.3 Abbreviations used / Terminology 68

2 Additional Safety Instructions **69**
2.1 Definition of symbols and notes 69
2.2 Additional instructions for proper use 69
2.3 Organizational measures 70

3 Technical Data **71**
3.1 Electrical characteristics 71

4 EtherCAT Information **72**
4.1 EtherCAT functional principle 72
4.2 Protocol 73
4.3 Distributed clocks 73
4.4 Device profile 74
4.4.1 CANopen over EtherCAT (CoE) 75
4.5 Object dictionary 76
4.6 Process and Service Data Objects 76
4.6.1 Compatibility with the CiA DS-301 communication profile 77
4.6.2 Extensions to the CiA DS-301 communication profile 77
4.7 Transmission of SDO messages 78
4.7.1 CANopen over EtherCAT protocol 80
4.7.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request 80
4.7.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response 81
4.7.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request 82
4.7.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response 83
4.8 PDO mapping 84
4.9 EtherCAT State Machine (ESM) 84
4.10 Further information 85

5 Installation / Preparation for Commissioning **86**
5.1 Connection 87
5.2 Switching on the supply voltage 88

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

6 Commissioning 89
6.1 Device description file 89
6.1.1 Device groups 89
6.2 Bus status display 90

7 Operating Modes 91

8 Communication-Specific Standard Objects (CiA DS-301) 92
8.1 Object 1000h: Device type 93
8.2 Object 1008h: Manufacturer device name 93
8.3 Object 1009h: Manufacturer hardware version 94
8.4 Object 100Ah: Manufacturer software version 94
8.5 Object 1018h: Identity object 95
8.6 Object 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping 97
8.7 Object 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping 99
8.8 Object 1C00h: Sync Manager Communication Type 101
8.9 Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input) 103
8.10 Object 1C33h: Sync Manager 3, Parameter 104

9 Manufacturer and Profile Specific Objects (CiA DS-406) 107
9.1 Object 2000h: Accept parameters 108
9.2 Scaling parameter 108
9.2.1 Object 2001h: Number of Revolutions / -numerator 108
9.2.2 Object 6001h: Single measuring range 109
9.2.3 Object 6002h: Total measuring range 109
9.3 Object 3101h: Input 110
9.4 Object 6000h: Operating parameters 112
9.5 Object 6003h: Preset value 112

10 Read-out the supported objects of the measuring system 113

11 Error Causes and Remedies 114
11.1 Optical displays 114
11.2 Measuring system errors 114
11.3 Abort SDO Transfer Request Protocol 115
11.3.1 SDO Abort Codes 116
11.4 Emergency Request Protocol 117
11.4.1 Emergency Error Codes 118
11.4.2 Error Register 118
11.5 Miscellaneous faults 119

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Revision index

Revision	Date	Index
First release	08/14/08	00
Functionality of the LEDs modified, chapter “Bus status display”	01/08/09	01
EtherCAT® trademark added	11/17/09	02

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

1 General information

This Manual contains the following topics:

- Safety instructions in addition to the basic safety instructions defined in the Assembly Instructions
- Electrical characteristics
- Installation
- Commissioning
- Configuration / Parameterization
- Error causes and solutions

As the documentation is arranged in a modular structure, the User Manual is supplementary to other documentation, such as product data sheets, dimensional drawings, leaflets and the assembly instructions etc.

The User Manual may be included in the customer's specific delivery package or it may be requested separately.

1.1 Applicability

This User Manual applies exclusively for the following measuring system series with ***EtherCAT*** interface:

- CEV-58

The products are labelled with affixed nameplates and are components of a system.

The following documentation therefore also applies:

- operator's operating instructions specific to the system,
- this User Manual,
- and the Assembly Instructions **TR-ECE-BA-DGB-0035** provided at delivery

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

1.2 References

1.	EN 50325-4	Industrial Communication Systems, based on ISO 11898 (CAN) for Controller Device Interfaces. Part 4: CANopen
2.	CiA DS-301	CANopen communication profile based on CAL
3.	CiA DS-406	CANopen profile for encoders
4.	IEC/PAS 62407	Real-time Ethernet control automation technology (EtherCAT); International Electrotechnical Commission
5.	IEC 61158-1 - 6	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Protocols and Services, Type 12 = EtherCAT
6.	IEC 61784-2	Digital data communications for measurement and control - Additional profiles for ISO/IEC 8802-3 based communication networks in real-time applications, 12 = EtherCAT
7.	ISO/IEC 8802-3	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications
8.	ISO 15745-4 AMD 2	Industrial automation systems and integration - Open systems application integration framework - Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems; Amendment 2: Profiles for Modbus TCP, EtherCAT and ETHERNET Powerlink
9.	IEEE 1588-2002	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

1.3 Abbreviations used / Terminology

CEV	Absolute Encoder with optical scanning unit ≤ 15 bit resolution, Solid Shaft
EC	***E***uropean ***C***ommunity
EMC	***E***lectro ***M***agnetic ***C***ompatibility
ESD	***E***lectro ***S***tatic ***D***ischarge
IEC	International Electrotechnical Commission
VDE	***V***erein ***D***eutscher ***E***lektrotechniker (Association of German Electrotechnicians)

Bus-specific

EDS	***E***lectronic ***D***ata ***S***heet
ESM	***E***therCAT ***S***tate ***M***achine
CAN	Controller Area Network. Data Layer Protocol for serial communication, described in ISO 11898.
CiA	CAN in Automation. Internationale Anwender- und Herstellervereinigung e.V.: non-profit organization for the Controller Area Network (CAN).
NMT	Network Management. One of the service elements in the application layer in the CAN reference model. Executes initialization, configuration and troubleshooting in bus traffic.
PDO	Process Data Object. Object for data exchange between several devices.
SDO	Service Data Object. Point to point communication with access to the object data list of a device.
XML	E**x**tensible **M**arkup **L**anguage, description file for commissioning the measuring system.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

2 Additional Safety Instructions

2.1 Definition of symbols and notes

WARNING!	means that death, serious injury or major damage to property could occur if the required precautions are not met.
CAUTION !	means that minor injuries or damage to property can occur if the stated precautions are not met.
	indicates important information or features and application tips for the product used.

2.2 Additional instructions for proper use

The measuring system is designed for operation in **100Base-TX** Fast Ethernet networks with max. 100 Mbit/s, specified in ISO/IEC 8802-3. Communication via EtherCAT occurs in accordance with IEC 61158 Part 1 to 6 and IEC 61784-2. The device profile corresponds to the ***"CANopen Device Profile for Encoder CiA DS-406"***.

The technical guidelines for configuration of the Fast Ethernet network must be adhered to in order to ensure safe operation.

Proper use also includes:

- observing all instructions in this User Manual,
- compliance with the Assembly Instructions, particularly the chapter ***"Basic Safety Instructions"*** contained therein, must have been read and understood prior to commencement of work

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

2.3 Organizational measures

- This User Manual must always be kept ready-to-hand at the place of use of the measuring system.
- Prior to commencing work, personnel working with the measurement system must
  - have read and understood the Assembly Instructions, particularly the chapter ***"Basic Safety Instructions"***,
  - and this User Manual, particularly the chapter "Additional Safety Instructions".

  This particularly applies for personnel who are only deployed occasionally, e.g. in the parameterization of the measurement system.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

3 Technical Data

3.1 Electrical characteristics

Supply voltage: ..... 11…27 V DC, shielded twisted-pair

Power consumption without load: . < 300 mA at 11 V DC, < 110 mA at 27 V DC

*** Total resolution**
Standard: ..... ≤ 25 bit
Extended:..... ≤ 30 bit

Number of steps / revolution
Standard: ..... ≤ 8.192
Extended:..... ≤ 32.768

*** Number of revolutions**
Standard: ..... ≤ 4.096
Extended:..... ≤ 32.768

EtherCAT: ..... according to IEC 61158-1 – 6 and IEC 61784-2
Physical Layer: ..... EtherCAT 100Base-TX, Fast Ethernet, ISO/IEC 8802-3
Output code: ..... Binary
Device profile:..... CANopen over EtherCAT (CoE), CiA DS-406
Cycle times: ..... 62.5 µs…32 ms, Distributed Clocks
Transmission rate: ..... 100 Mbit/s
Transmission: ..... CAT-5 cable, shielded (STP), ISO/IEC 11801

Special features: ..... Programming of the following parameters via the EtherCAT BUS:
- Counting direction
- Number of revolutions
- Total measuring length in steps
- Preset value

EMC
Transient emissions:..... DIN EN 61000-6-3: 2007
Immunity to disturbance: ..... DIN EN 61000-6-2: 2006

***** parameterizable via EtherCAT

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4 EtherCAT Information

EtherCAT (**Ether**net for **C**ontrol and **A**utomation **T**echnology) is a **real-time Ethernet technology** and is particularly suitable for communication between control systems and peripheral devices such as e.g. I/O systems, drives, sensors and actuators.
EtherCAT was developed in 2003 by Beckhoff Automation GmbH and is available as an open standard. The "EtherCAT Technology Group" (ETG) user association was established for the further development of this technology.

EtherCAT is a publicly accessible specification, which was published by the IEC (IEC/Pas 62407) in 2005 and is part of ISO 15745-4. This part was integrated into the new editions of the international field bus standards IEC 61158 (Protocols and Services), IEC 61784-2 (Communication Profiles) and IEC 61800-7 (Drive Profiles and Communication).

4.1 EtherCAT functional principle

The EtherCAT technology overcomes the generally known limitations of other Ethernet solutions:
The Ethernet packet is no longer received in each slave first of all, then interpreted and the process data copied onward. The slave takes the data intended for it, while the frame passes through the device. Input data are likewise inserted into the frame as it passes through. The frames are only delayed by a few nano-seconds. The last slave in the segment sends the now completely processed frame back to the first slave, which returns the frame to the control as a response frame, so to speak. A logical ring structure thus results for the communication. As Fast-Ethernet works with Full Duplex, a physical ring structure also results.

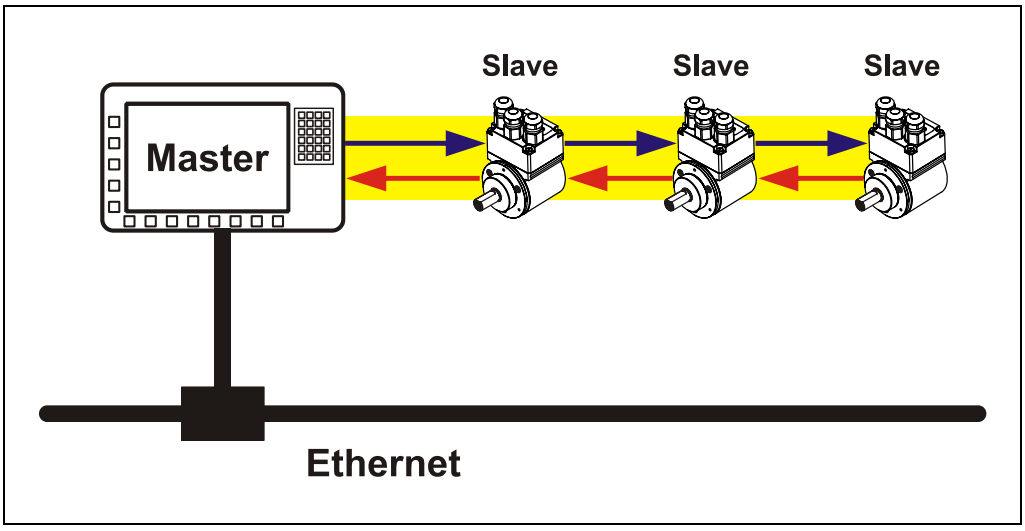


Figure 1: EtherCAT functional principle

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.2 Protocol

The EtherCAT protocol, optimized for process data, is transported directly in the Ethernet frame via a special Ether type. A complete transmission can consist of several sub-frames. The data sequence is independent of the physical sequence of the slaves in the network. The addressing can be freely selected:
Broadcast, Multicast and lateral communication between slaves are possible.
The protocol also supports acyclical parameter communication. The structure and meaning of the parameters is predetermined by the device profile ***"CANopen Device Profile for Encoder CiA DS-406"***.

UDP/IP datagrams are not supported. This means that the master and the EtherCAT slaves must be located in the same subnet. Communication across routers into other subnets is thus not possible.

EtherCAT exclusively uses standard frames in accordance with IEEE802.3 without shortening. EtherCAT frames can thus be sent by any Ethernet controllers (master), and standard tools (e.g. monitor) can be used.

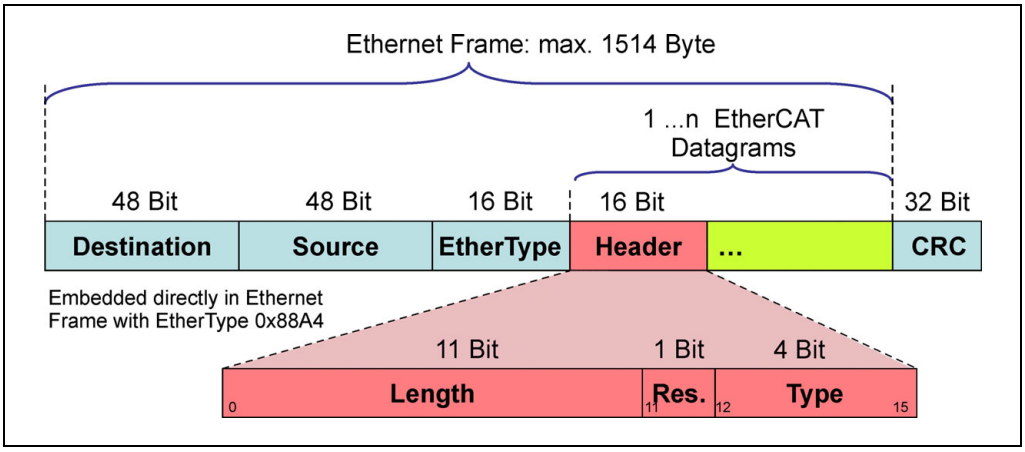


Figure 2: Ethernet frame structure

4.3 Distributed clocks

When spatially distributed processes require simultaneous actions, exact synchronization of the subscribers in the network is necessary. For example, in the case of applications in which several servo axes must execute simultaneously coordinated sequences.
For this purpose the "Distributed clocks" function in accordance with standard IEEE 1588 is available in EtherCAT.
As the communication uses a ring structure, the master clock can exactly determine the runtime offset to the individual slave clocks, and also vice-versa. The distributed clocks can be readjusted across the network on the basis of this determined value. The jitter of this time base is well below 1µs.
Distributed clocks can also be used efficiently for position detection, as they provide exact information at a local time point of the data acquisition. Through the system, the accuracy of a speed calculation no longer depends on the jitter of the communication system.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.4 Device profile

The device profile describes the application parameters and the functional behavior of the device, including the device class-specific state machine. With EtherCAT you do not develop individual device profiles for device classes. Instead, simple interfaces are provided for existing device profiles:
The measuring system supports the **CANopen-over-EtherCAT** (CoE) mailbox protocol, and consequently the ***"Device Profile for Encoder"***, CiA DS-406, known from CANopen.

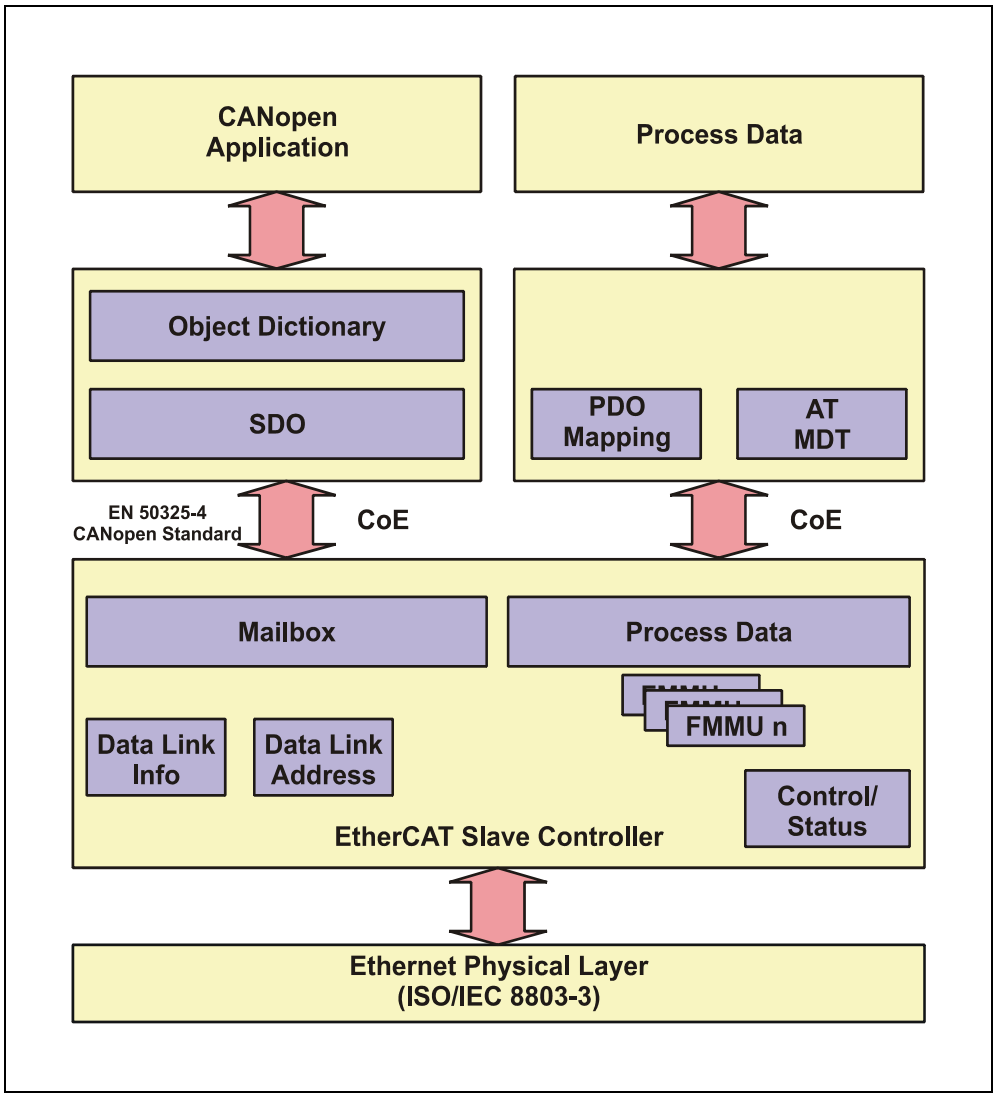


Figure 3: CANopen over EtherCAT communication mechanism

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.4.1 CANopen over EtherCAT (CoE)

EtherCAT can provide the same communication mechanisms as those known from [2]CANopen:

- Object dictionary
- PDO, Process Data Objects
- SDO, Service Data Objects
- NMT, Network Management

EtherCAT can thus be implemented on devices that were previously equipped with CANopen, with minimal expense. Extensive parts of the CANopen firmware can be re-used. The objects can be optionally extended.

Comparison of CANopen / EtherCAT in the ISO/OSI layer model

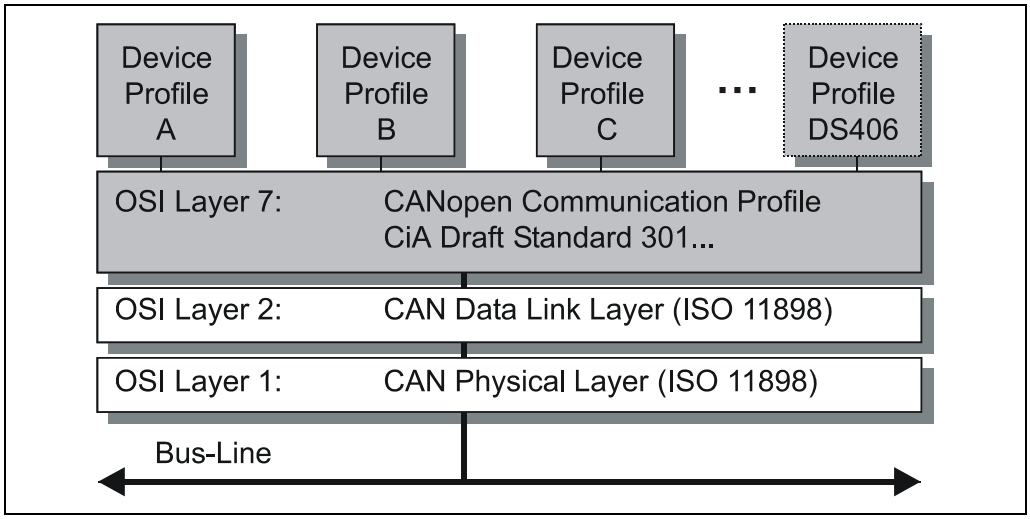


Figure 4: CANopen organized in the ISO/OSI layer model

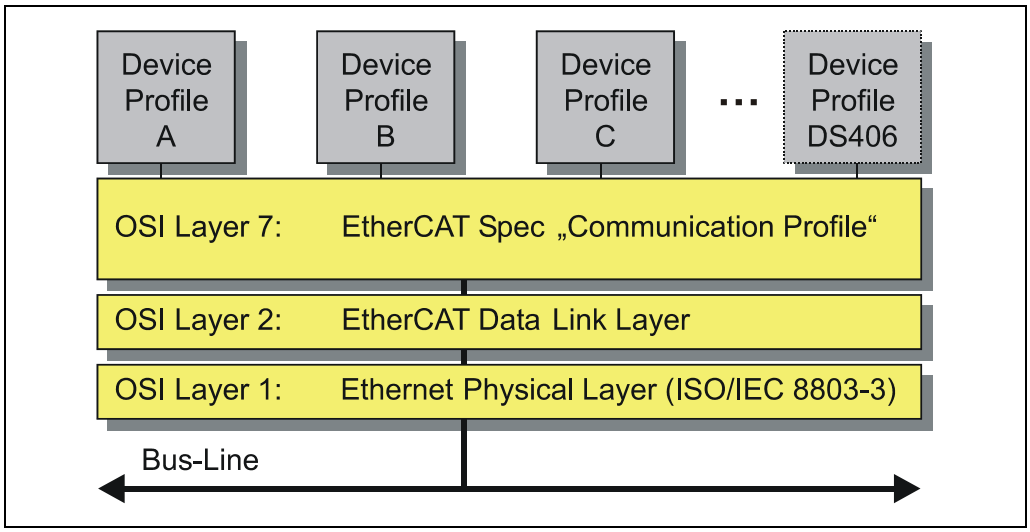


Figure 5: EtherCAT organized in the ISO/OSI layer model

[2] EN 50325-4: Industrial Communication Systems, based on ISO 11898 (CAN) for Controller Device Interfaces. Part 4: CANopen.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.5 Object dictionary

The object dictionary structures the data of an EtherCAT device in a clear tabular arrangement. It contains all device parameters and all current process data, which are therefore also accessible via the SDO.

Index (hex)	Object
0x0000-0x0FFF	Data type definitions
0x1000-0x1FFF	CoE communication profile range (CiA DS-301)
0x2000-0x5FFF	Manufacturer-specific profile range
0x6000-0x9FFF	Device profile range (CiA DS-406)
0xA000-0xFFFF	Reserved

Figure 6: Structure of the object dictionary

4.6 Process and Service Data Objects

Process Data Object (PDO)

Process Data Objects manage the process data exchange, e.g. the cyclical transmission of the position value.

Service Data Object (SDO)

Service Data Objects manage the parameter data exchange, e.g. the acyclical execution of the preset function.
The SDO provides an efficient communication mechanism for parameter data of any size. A service data channel for parameter communication is formed between the configuration master and the connected devices for this purpose. The device parameters can be written to or read from the device object dictionary with a unique frame handshake.

Important features of SDO and PDO

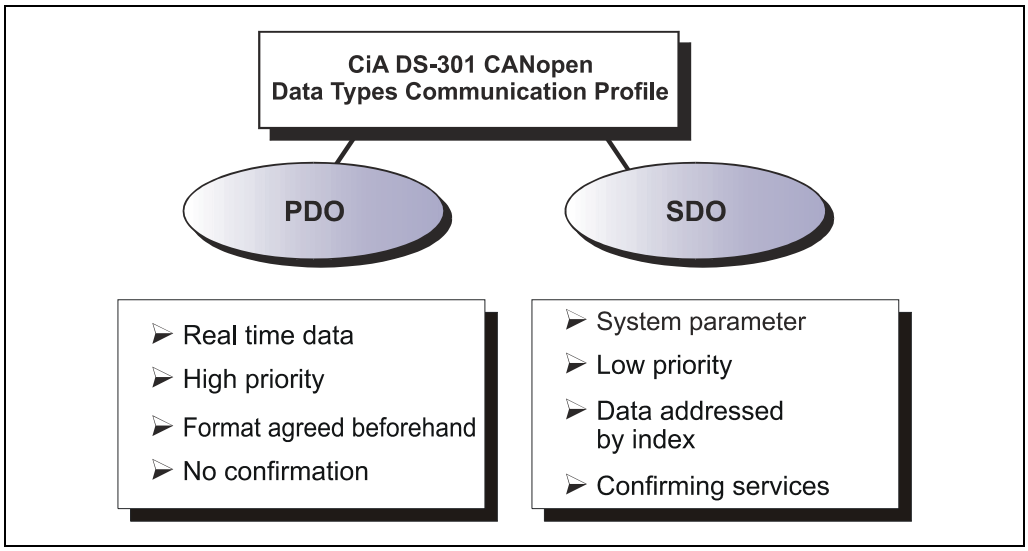


Figure 7: Comparison of PDO/SDO characteristics

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.6.1 Compatibility with the CiA DS-301 communication profile

Supported services

- Initiate SDO Download
- Initiate SDO Upload
- Abort SDO Transfer

Services not supported (not required)

- Initiate SDO Block Download
- Download SDO Block
- End SDO Block Download
- Initiate SDO Block Upload
- Upload SDO Block
- End SDO Block Upload

4.6.2 Extensions to the CiA DS-301 communication profile

Cancellation of the 8 byte standard CANopen SDO frame

- Full mailbox capacity available
- "Initiate SDO Download" Request / "SDO Upload" Response can contain data after the SDO header

Download and upload of all sub-indices at once

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7 Transmission of SDO messages

The entries of the object dictionary can be read or written with the SDO services. The SDO Transport Protocol allows the transmission of objects of any size. The EtherCAT SDO Protocol is equivalent to the CANopen SDO Protocol, in order to guarantee the re-use of existing protocol stacks.

The first byte of the first segment contains the necessary control information. The next three bytes of the first segment contain the index and sub-index of the object dictionary entries to be read or written. The last four bytes of the first segment are available for useful data. The second and following segments contain the control byte and useful data. The recipient confirms each segment or a block of segments, so that Peer-To-Peer communication (client/server) takes place.

In CAN-compatible mode the SDO protocol comprises 8 bytes, in order to correspond to the CAN data size. In extended mode the useful data are simply extended, without changing the protocol header. In this way the increased data volume of the EtherCAT mailbox is adapted to the SDO protocol, accelerating the transmission of large data volumes accordingly.

In addition, a mode has been added which makes it possible to transmit the complete data of an index from the object dictionary in a single process. The data of all sub-indices are subsequently transmitted.

Services with confirmation (Initiate SDO Upload, Initiate SDO Download, Download SDO Segment, and Upload SDO Segment) and services without confirmation (Abort SDO Transfer) are used for the execution of Segmented/Expedited transmission of Service Data Objects.

The so-called ***SDO Client*** (master) specifies in its "Request" the parameter, the access type (read/write) and the value if applicable. The so-called ***SDO Server*** (slave or measuring system) executes the write or read access and answers the request with a "Response". In the case of error, an error code (Abort SDO Transfer) provides information on the cause of the error.

Normally the EtherCAT master provides appropriate mechanisms for the SDO transfer. Knowledge of the protocol structure and internal sequences is therefore not required.

However, for troubleshooting it can be important to know the principal sequence of SDO transfers. For this reason, the services *Initiate SDO Download Expedited* and *Initiate SDO Upload Expedited* are dealt with in more detail below. Up to four bytes can be written and up to four bytes read via these services. This is sufficient for most objects.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Write services, Client --> Server

- **Initiate SDO Download Expedited**
  The *Expedited SDO Download* service is used for the accelerated transmission of ≤ 4 bytes. The server responds with the result of the download request.

- **Initiate SDO Download Normal**
  The *Initiate SDO Download* service is used for an individual transmission of data, if the number of bytes can be accepted by the mailbox, or if a segmented transmission is to be started with more bytes.

Read services, Server --> Client

- **Initiate SDO Upload Expedited**
  The *Expedited SDO Upload* service is used for the accelerated transmission of ≤ 4 bytes. The server responds with the result of the upload request and the required data, in the event of successful execution.

- **Initiate SDO Upload Normal**
  The *Initiate SDO Upload* service is used for an individual transmission of data, if the number of bytes can be accepted by the mailbox, or if a segmented transmission is to be started with more bytes. The server responds with the result of the upload request and the required data, in the event of successful execution.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7.1 CANopen over EtherCAT protocol

4.7.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request

Write, Client --> Server

Frame Fragment		Data field	Data type	Value / Description
Mailbox Header		Length	WORD	0x0A: Length of the mailbox service data
		Address	WORD	Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client
		Channel	unsigned:6	0x00, reserved
		Priority	unsigned:2	0x00: Lowest priority … 0x03: Highest priority
		Type	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserved	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Quantity	unsigned:9	0x00
		reserved	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x02: SDO Request
SDO	Command code (CCD)	Size indicator	unsigned:1	0x00: Size of data (1..4) not specified 0x01: Size of data specified in data record size
		Transmission type	unsigned:1	0x01: Expedited transmission
		Data record size	unsigned:2	0x00: 4 byte of data 0x01: 3 byte of data 0x02: 2 byte of data 0x03: 1 byte of data
		Total access	unsigned:1	0x00
		Command	unsigned:3	0x01: Initiate Download Request
		Index	WORD	Object index
		Sub-index	BYTE	Object sub-index
		Data	BYTE[4]	Object data

Table 1: CANopen Initiate SDO Download Expedited Request

The following SDO write frames can be derived from the above protocol:

CCD	Meaning	Valid for
0x23	Write 4 byte	SDO Request
0x27	Write 3 byte	SDO Request
0x2B	Write 2 byte	SDO Request
0x2F	Write 1 byte	SDO Request

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response

Response, Server --> Client

Frame Fragment		Data field	Data type	Value / Description
Mailbox Header		Length	WORD	0x06: Length of the mailbox service data
		Address	WORD	Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client
		Channel	unsigned:6	0x00, reserved
		Priority	unsigned:2	0x00: Lowest priority … 0x03: Highest priority
		Type	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserved	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Quantity	unsigned:9	0x00
		reserved	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x03: SDO Response
SDO	Command code (CCD)	Size indicator	unsigned:1	0x00
		Transmission type	unsigned:1	0x00
		Data record size	unsigned:2	0x00
		Total access	unsigned:1	0x00
		Command	unsigned:3	0x03: Initiate Download Response
		Index	WORD	Object index
		Sub-Index	BYTE	Object sub-index

Table 2: Initiate SDO Download Expedited

The server answers with the following response:

CCD	Meaning	Valid for
0x60	Write successful	SDO Response
0x80	Error, Abort SDO Transfer	SDO Response

In the case of an error (SDO response CCD = 0x80), the data range contains a 4-byte-error code, which provides information on the cause of the error, see chapter SDO Abort Codes, page 116.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request

Read, Server --> Client

Frame Fragment		Data field	Data type	Value / Description
Mailbox Header		Length	WORD	0x06: Length of the mailbox service data
		Address	WORD	Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client
		Channel	unsigned:6	0x00, reserved
		Priority	unsigned:2	0x00: Lowest priority … 0x03: Highest priority
		Type	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserved	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Quantity	unsigned:9	0x00
		reserved	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x02: SDO Request
SDO	Command code (CCD)	Size indicator	unsigned:1	0x00
		Transmission type	unsigned:1	0x00
		Data record size	unsigned:2	0x00
		Total access	unsigned:1	0x00
		Command	unsigned:3	0x02: Initiate Upload Request
		Index	WORD	Object index
		Sub-Index	BYTE	Object sub-index

Table 3: Initiate SDO Upload Expedited Request

The following SDO read frame can be derived from the above protocol:

CCD	Meaning	Valid for
0x40	Read request	SDO Request

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.7.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response

Response, Server --> Client

Frame Fragment		Data field	Data type	Value / Description
Mailbox Header		Length	WORD	0x0A: Length of the mailbox service data
		Address	WORD	Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client
		Channel	unsigned:6	0x00, reserved
		Priority	unsigned:2	0x00: Lowest priority … 0x03: Highest priority
		Type	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserved	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Quantity	unsigned:9	0x00
		reserved	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x03: SDO Response
SDO	Command code (CCD)	Size indicator	unsigned:1	0x00: Size of data (1..4) not specified 0x01: Size of data specified in data record size
		Transmission type	unsigned:1	0x01: Expedited transmission
		Data record size	unsigned:2	0x00: 4 byte of data 0x01: 3 byte of data 0x02: 2 byte of data 0x03: 1 byte of data
		Total access	unsigned:1	0x00
		Command	unsigned:3	0x02: Initiate Upload Response
		Index	WORD	Object index
		Sub-Index	BYTE	Object sub-index
		Data	BYTE[4]	Object data

Table 4: Initiate SDO Upload Expedited Response

The server answers with the following possible responses:

CCD	Meaning	Valid for
0x43	4 byte of data read	SDO Response
0x47	3 byte of data read	SDO Response
0x4B	2 byte of data read	SDO Response
0x4F	1 byte of data read	SDO Response
0x80	Error, Abort SDO Transfer	SDO Response

In the case of an error (SDO response CCD = 0x80), the data range contains a 4-byte-error code, which provides information on the cause of the error, see chapter SDO Abort Codes, page 116.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.8 PDO mapping

PDO mapping refers to the mapping of application objects (real-time data, e.g. object 6004h "Position value" from the object dictionary into Process Data Objects, e.g. Object 1A00h (1st Transmit PDO).

The current mapping can be read via corresponding entries in the object dictionary, the so-called mapping tables. The number of mapped objects that are listed subsequently is found at the top of the mapping table (subindex 0). The tables are located in the object dictionary in index 0x1600 ff. for the RxPDOs and 0x1A00ff for the TxPDOs.

4.9 EtherCAT State Machine (ESM)

The Application Management contains the EtherCAT State Machine, which describes the states and state changes of the slave application. Apart from a few details, the ESM corresponds to the CANopen Network Management (NMT). In order to enable reliable starting behavior the "Safe Operational" state has been introduced in EtherCAT. In this state valid entries are transmitted, while the outputs remain in safe status.

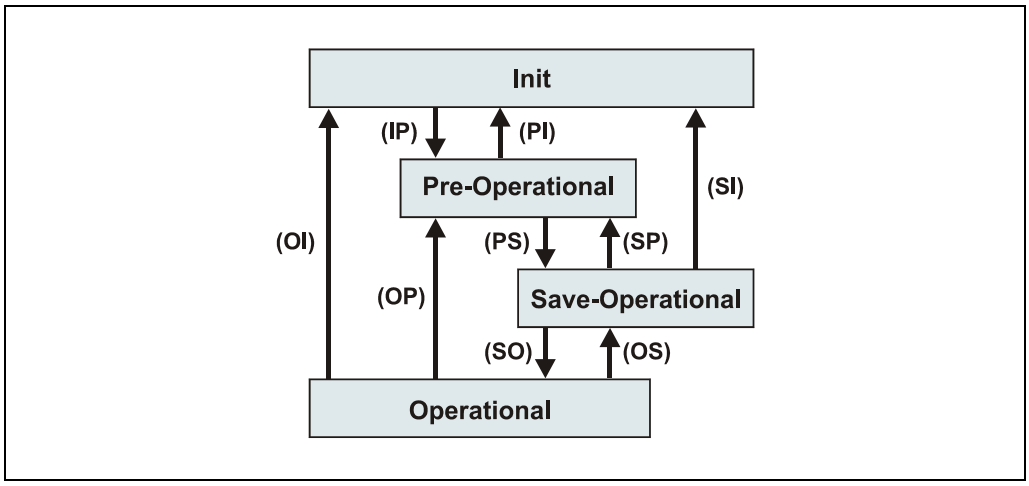


Figure 8: EtherCAT State Machine

Status	Description
IP	Start Mailbox Communication
PI	Stop Mailbox Communication
PS	Start Input Update
SP	Stop Input Update
SO	Start Output Update
OS	Stop Output Update
OP	Stop Output Update, Stop Input Update
SI	Stop Input Update, Stop Mailbox Communication
OI	Stop Output Update, Stop Input Update, Stop Mailbox Communication

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

4.10 Further information

Further information on EtherCAT can be obtained on request from the ***EtherCAT Technology Group*** (ETG) at the following address:

ETG Headquarter
Ostendstraße 196
90482 Nuremberg
Germany
Phone: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5620
Fax: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5629
Email: info@ethercat.org
Internet: www.ethercat.org

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

5 Installation / Preparation for Commissioning

EtherCAT supports linear, tree or star structures. The bus or linear structure used in the field buses is thus also available for Ethernet. This is particularly practical for system wiring, as a combination of line and stubs is possible.

For transmission according to the 100Base-TX Fast Ethernet standard, patch cables in category STP CAT5 must be used (2 x 2 shielded twisted pair copper wire cables). The cables are designed for bit rates of up to 100 Mbit/s. The transmission speed is automatically detected by the measuring system and does not have to be set by means of a switch.

Addressing by switch is also not necessary; this is done automatically using the addressing options of the EtherCAT master.

The cable length between two subscribers may be max. 100 m, a total of 65535 subscribers are possible in the EtherCAT network.

In order to ensure safe, fault-free operation,

- *ISO/IEC 11801, EN 50173 (European standard)*
- *ISO/IEC 8802-3*
- *and other pertinent standards and directives must be complied with!*

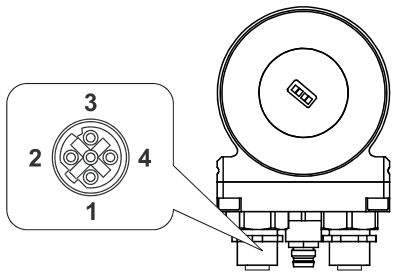
In particular, the applicable EMC directive and the shielding and grounding directives must be observed!

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

5.1 Connection

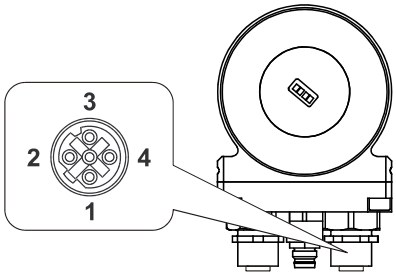
PORT-IN	Flange socket M12x1-4 pin D-coded

Pin 1	TxD+, transmitted data +
Pin 2	RxD+, received data +
Pin 3	TxD–, transmitted data –
Pin 4	RxD–, received data –



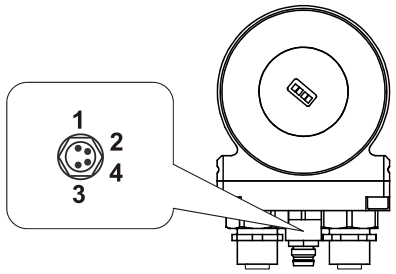
PORT-OUT	Flange socket M12x1-4 pin D-coded

Pin 1	TxD+, transmitted data +
Pin 2	RxD+, received data +
Pin 3	TxD–, transmitted data –
Pin 4	RxD–, received data –



Supply	Flange connector M8x1-4 pin

Pin 1	11 – 27 V DC
Pin 2	[1] TRWinProg+
Pin 3	GND, 0 V
Pin 4	[1] TRWinProg–



Shielded twisted pair cables must be used for the supply !

The shielding is to be connected with large surface on the mating connector housing!

Order data for Ethernet flange socket M12x1-4 pin D-coded

Manufacturer	Designation	Order no.:
Binder	Series 825	99-3729-810-04
Phoenix Contact	SACC-M12MSD-4CON-PG 7-SH (PG 7)	15 21 25 8
Phoenix Contact	SACC-M12MSD-4CON-PG 9-SH (PG 9)	15 21 26 1
Harting	HARAX® M12-L	21 03 281 1405

[1] For service purposes, e.g. software update

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

5.2 Switching on the supply voltage

After the connection has been made, the supply voltage can be switched on.

The measuring system is initialized first of all and is then in **INIT** status. In this status, no direct communication is possible between master and measuring system via the application layer. The measuring system can be gradually transferred to OPERATIONAL status according to the state machine via the EtherCAT master:

PRE-OPERATIONAL
The "Start Mailbox Communication" command puts the measuring system into PRE-OPERATIONAL status. In this status only the mailbox is active first of all, and master and measuring system exchange application-specific initializations and parameters. In PRE-OPERATIONAL status only a parameterization via Service Data Objects is initially possible. However, it is possible to configure PDOs using SDOs.

SAFE-OPERATIONAL
The "Start Input Update" command puts the measuring system into SAFE-OPERATIONAL status. In this status the measuring system provides valid current input data, without changing the output data. The outputs are in safe status.

OPERATIONAL
The "Start Output Update" command puts the measuring system into OPERATIONAL status. In this status the measuring system provides valid input data and the master provides valid current output data. When the measuring system has detected the data received via the process data service, the status transition is confirmed by the measuring system. If activation of the output data was not possible, the measuring system remains in SAFE-OPERATIONAL status and outputs an error message.

As a result of access to the **CANopen-over-EtherCAT** (CoE) mailbox, the measuring system does not output any plausible values during the execution of the service. This applies for the **SAFE-OPERATIONAL** and **OPERATIONAL** states. Mailbox access is generally triggered by SDO requests.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

6 Commissioning

6.1 Device description file

The XML file contains all information on the measuring system-specific parameters and the operating modes of the measuring system. The XML file is integrated by the EtherCAT network configuration tool, in order to enable correct configuration and commissioning of the measuring system.

The XML file is called **"TR-ETHERCAT-DEVICES_V00X.XML"** and is located on software/support CD art. no.: 490-01001 --> soft no.: 490-00423.

6.1.1 Device groups

The XML file contains several device groups and device types. Therefore for rotative measuring systems the device group "TR-Rotative" must be selected. Under the device group the individual device types with the appropriate objects are arranged, which can be different in the number of bits and the bit length. The device type must be selected according to the name plate:

TR-Rotative
- **...**
  - ...
  - ...
  - ...
- **CEx-58x**
  - 1000
  - 1008
  - 1009
  - 100A
  - 1018
  - 1A00
  - 1A01
  - 1C00
  - 1C13
  - 1C33
  - 2000
  - 2001
  - 3101
  - 6000
  - 6001
  - 6002
  - 6003
  - ...

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

6.2 Bus status display

The EtherCAT measuring system is equipped with three diagnostic LEDs.

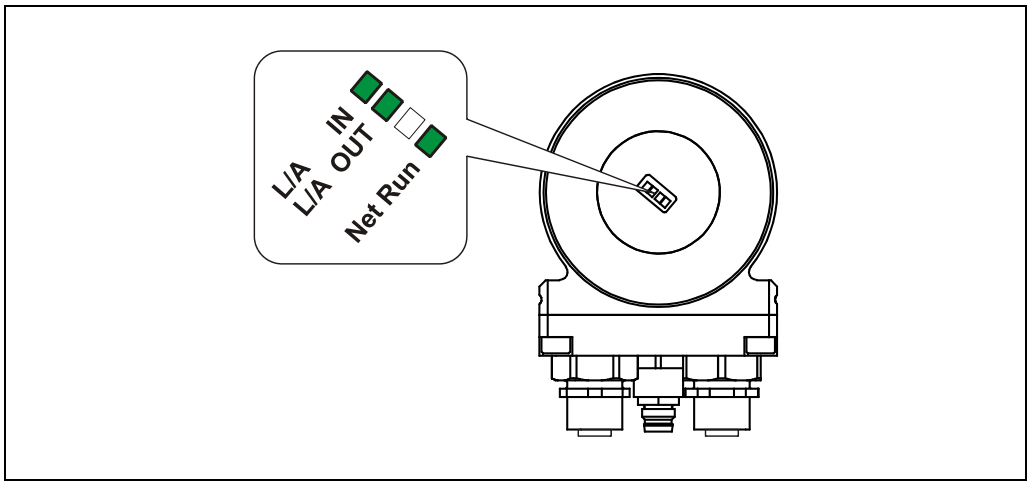


Figure 9: EtherCAT diagnostic LEDs

Link / Activity IN - LED		Description
ON	= Link	Ethernet connection established
Flickering	= Data Activity	Data transfer RxD

Link / Activity OUT - LED		Description
ON	= Link	Ethernet connection established
Flickering	= Data Activity	Data transfer TxD

Net Run - LED	EtherCAT State Machine
OFF	The device is in state *INIT*
Blinking, 2.5 Hz	The device is in state *PRE-OPERATIONAL*
Single Flash, 200 ms ON / 1000 ms OFF	The device is in state *SAFE-OPERATIONAL*
ON	The device is in state *OPERATIONAL*
Flickering, 10 Hz	The device is booting and has not yet entered the *INIT* state

For appropriate measures in case of error see chapter "Optical displays" page 114.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

7 Operating Modes

Three operating modes are supported by the measuring system:

- Free Run
- Sync-Mode
- Distributed Clocks

In "Free Run" operating mode, the process data are output asynchronously to the EtherCAT bus cycle time, e.g. in the configuration phase.

In "Sync-Mode" operating mode, the process data are output synchronously to the EtherCAT bus cycle time.

In "Distributed Clocks" operating mode, the process data are output synchronously to a self-defined time. The relevant settings are made in the EtherCAT master. By the measuring system the synchronization signals "SYNC0" and "SYNC1" are supported.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8 Communication-Specific Standard Objects (CiA DS-301)

The following table shows an overview of the supported indexes in the communication profile range:

M = Mandatory
O = Optional
C = Conditional

Index (h)	Object	Name	Type, Bit length	Attr.	M/O/C	Page
1000	VAR	Device type	Unsigned32	ro	M	93
1008	VAR	Manufacturer device name	String(14), 112	const	O	93
1009	VAR	Manufacturer hardware version	String(14), 112	const	O	94
100A	VAR	Manufacturer software version	String(14), 112	const	O	94
1018	RECORD	Identity object	Identity (23h)	ro	M	95
1A00	RECORD	1st Transmission PDO - Status - Position	PDO Mapping, 21h	ro	C	97
1A01	RECORD	2nd Transmission PDO - Status - Position - Time Stamp	PDO Mapping	ro	C	99
1C00	ARRAY	Sync Manager Communication type	Unsigned8	ro	M	101
1C12	-	Sync Manager RxPDO allocation	not supported, because no RxPDOs are available			
1C13	ARRAY	Sync Manager TxPDO allocation	Unsigned16	rw	M	103
1C32	-	Sync Manager 3 Parameter (Output)	not supported, because no outputs are available			
1C33	RECORD	Sync Manager 3 Parameter (Input)	Unsigned16	rw	O	104

Table 5: Communication-specific standard objects

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.1 Object 1000h: Device type

Contains information on the device type. The object with index 1000h describes the device type and its functionality. It comprises a 16 bit field, which describes the device profile used (device profile no. 406 = 196h) and a second 16 bit field, which provides information on the device type.

Index	0x1000
Name	Device Type
Object code	VAR
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No

Device type			
Device profile number		Encoder type	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
96h	01h	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8

Encoder type		
Code	**Definition**	**Default**
01	Absolute single turn encoder	depending on the encoder type
02	Absolute multi turn encoder	

8.2 Object 1008h: Manufacturer device name

Contains the manufacturer device name.

Index	0x1008
Name	Device Name
Object code	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	"CEx-58x"

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.3 Object 1009h: Manufacturer hardware version

Contains the manufacturer hardware version.

Index	0x1009
Name	Hardware version
Object code	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	"310151"

8.4 Object 100Ah: Manufacturer software version

Contains the manufacturer software version.

Index	0x100A
Name	Software version
Object code	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	"437734V1", depending on the current version

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.5 Object 1018h: Identity object

The identity object contains the following parameters:

- EtherCAT Vendor ID
  Contains the device vendor ID allocated by the ETG
- Product Code
  Contains the product code of the device
- Revision Number
  Contains the revision number of the device, which defines the functionality and the individual versions.
- Serial Number
  Contains the serial number of the device

Index	0x1018
Name	Identity
Object code	RECORD
Data type	IDENTITY
Category	Mandatory

Sub-Index	0
Description	Number of entries
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	4

Sub-Index	1
Description	Vendor ID
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	1289

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	2
Description	Product Code
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	85310151

Sub-Index	3
Description	Revision Number
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	101

Sub-Index	4
Description	Serial Number
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	0

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.6 Object 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping

The following process data can be transmitted with the first Transmit Process Data Object 0x1A00:

- Status, Object 3101, Input --> Sub-Index 1
- Position, Object 3101, Input --> Sub-Index 2

The assignment of whether object 0x1A00 is actually transmitted as process data is made via object "Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)" page 103.

Index	0x1A00
Name	TxPDO 1 Normal mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO

Sub-Index	0
Description	Number of mapped objects in the PDO
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	2

Sub-Index	1
Description	Input, Status
Data type	UNSIGNED32
Category	Conditional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Bit 0-7: Length of the mapped object in bits = 8 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 1 bit 16-31: Index of the mapped object = 3101

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	2
Description	Input, Position
Data type	UNSIGNED32
Category	Conditional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Bit 0-7: Length of the mapped object in bits = 32 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 2 bit 16-31: Index of the mapped object = 3101

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.7 Object 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping

The following process data can be transmitted with the second Transmit Process Data Object 0x1A01:

- Status, Object 3101, Input --> Sub-Index 1
- Position, Object 3101, Input --> Sub-Index 2
- Time Stamp, Object 3101, Input --> Sub-Index 3

The assignment of whether object 0x1A01 is actually transmitted as process data is made via object "Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)" page 103.

Index	0x1A01
Name	TxPDO 2 Time Stamp mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO

Sub-Index	0
Description	Number of mapped objects in the PDO
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	3

Sub-Index	1
Description	Input, Status
Data type	UNSIGNED32
Category	Conditional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Bit 0-7: Length of the mapped object in bits = 8 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 1 Bit 16-31: Index of the mapped object = 3101

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	2
Description	Input, Position
Data type	UNSIGNED32
Category	Conditional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Bit 0-7: Length of the mapped object in bits = 32 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 2 Bit 16-31: Index of the mapped object = 3101

Sub-Index	3
Description	Input, TimeStamp
Data type	UNSIGNED32
Category	Conditional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Bit 0-7: Length of the mapped object in bits = 32 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 3 Bit 16-31: Index of the mapped object = 3101

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.8 Object 1C00h: Sync Manager Communication Type

This object is used to define the number of communication channels used and the type of communication.

The following are supported:

- Mailbox sending and receive
- Process data input for the transmission of position values (Slave --> Master)

The inputs can only be read, the configuration of the communication channels occurs automatically when the EtherCAT master boots.

Index	0x1C00
Name	Sync Manager Communication Type
Object code	ARRAY
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory

Sub-Index	0
Description	Number of Sync Manager channels used
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	4

Sub-Index	1
Description	Communication Type Sync Manager 0
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	1: Receive mailbox (Master --> Slave)

Sub-Index	2
Description	Communication Type Sync Manager 1
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	2: Send mailbox (Slave --> Master)

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	3
Description	Communication Type Sync Manager 2
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	3: not used

Sub-Index	4
Description	Communication Type Sync Manager 3
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	4: Process data input (Slave --> Master)

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.9 Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)

The number and the respective object index of the assigned TxPDOs are defined by object 1C13h. One of the following Transmit Process Data Objects can be assigned as process data input:

- **0x1A00, 1st Transmit Process Data Object**
- **0x1A01, 2nd Transmit Process Data Object**

Index	0x1C13
Name	Sync Manager TxPDO Assign
Object code	ARRAY
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory

Sub-Index	0
Description	Number of assigned TxPDOs
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	1

Sub-Index	1
Description	PDO Mapping Object Index of the assigned TxPDOs
Data type	UNSIGNED16
Category	Conditional
Access	rw
PDO mapping	No
Value	0x1A00: TxPDO 1 0x1A01: TxPDO 2
Default	0x1A00: TxPDO 1

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

8.10 Object 1C33h: Sync Manager 3, Parameter

The object 1C33h "Input Sync Manager Parameter" describes the adjustments for the Input Sync Manager and can only be read.

Index	0x1c33
Name	Sync Manager 3 Parameter
Object code	RECORD
Data type	Unsigned16
Category	Optional

Sub-Index	0
Description	Number of entries
Data type	UNSIGNED8
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	11

Sub-Index	1
Description	Synchronization Type
Data type	UNSIGNED16
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	1: Synchronous – synchronized with Sync Manager 3 event 5: Distributed clocks

Sub-Index	2
Description	Cycle Time
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Min. time between two SM2/3 events in ns.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	3
Description	Shift Time
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Time between SM3 event and the hardware input latch in ns

Sub-Index	4
Description	Synchronization types supported
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	0x12: Bit 1: Synchronous supported Bit 4: Distributed clocks supported

Sub-Index	5
Description	Minimum Cycle Time
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Min. cycle time which is support by the Slave in ns (Max. period of the local cycle).

Sub-Index	6
Description	Calc and Copy Time
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Time in ns needed by the application controller to perform calculations on the input values if necessary and to copy the process data from the local memory to the Sync Manager before the data is available for EtherCAT.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	7
Description	Reserved
Data type	UNSIGNED32

Sub-Index	8
Description	Get Cycle Time
Data type	UNSIGNED16
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Value	0: Measurement of local cycle time stopped 1: Measurement of local cycle time started

Sub-Index	9
Description	Delay Time
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Hardware delay time of the slave in ns.

Sub-Index	10
Description	Application Controller Cycle Time
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Only important for synchronization type = 2 and subordinated local cycles.

Sub-Index	11
Description	Sync 0 Cycle Time
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Value	Only important for synchronization type = 2 and subordinated local cycles.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9 Manufacturer and Profile Specific Objects (CiA DS-406)

M = Mandatory
O = Optional

Index (h)	Object	Name	Data length	Attr.	M/O	Page
Parameter						
2000	VAR	Accept parameters	Unsigned32	rw	O	108
2001	VAR	Number of revolution, numerator	Unsigned32	rw	O	108
3101	VAR	Input	DT3101, 96	ro	O	110
6000	VAR	Operating parameters	Unsigned32	rw	M	112
6001	VAR	Single measuring range	Unsigned32	ro	M	109
6002	VAR	Total measuring range in steps	Unsigned32	rw	M	109
6003	VAR	Preset value	Unsigned32	rw	M	112

Table 6: Encoder profile range

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9.1 Object 2000h: Accept parameters

With write access to this object, the measuring system accepts the parameters in the non-volatile memory (EEPROM).

Index	0x2000
Description	Accept Parameters
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Value	Not relevant

9.2 Scaling parameter

With the scaling parameters the physical resolution of the measuring system can be changed. The position value output is binary decoded and is calculated with a zero point correction and the count direction set. The measuring system does not support decimal numbers in this configuration or numbers of revolutions (gearbox function) deviating from exponents of 2.

9.2.1 Object 2001h: Number of Revolutions / -numerator

Defines the ***number of revolutions*** of the measuring system before the measuring system restarts at zero.

Index	0x2001
Description	Number of Revolutions / -numerator
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	1 revolution
Upper limit	32768 revolutions (Max. value see nameplate)
Default	**4096**

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9.2.2 Object 6001h: Single measuring range

Displays how many steps the measuring system outputs for one revolution of the measuring system shaft.

Index	0x6001
Description	Single Measuring Range
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Lower limit	1 step / revolution
Upper limit	32768 steps per revolution (Max. value see nameplate)
Default	**4096**

9.2.3 Object 6002h: Total measuring range

Defines the ***total number of steps*** of the measuring system before the measuring system restarts at zero.

Index	0x6002
Description	Total Measuring Range
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	16 steps
Upper limit	1 073 741 824 steps (30 bit)
Default	**16777216**

The actual upper limit for the measurement length to be entered in steps is dependent on the measuring system version and can be calculated with the formula below. As the value "0" is already counted as a step, the end value = measurement length in steps - 1.

Total measuring range = Steps per revolution * Number of revolutions

To calculate, the parameters ***steps/rev.*** and ***the number of revolutions*** can be read on the measuring system nameplate.

*When entering parameter data, ensure that the parameters **"Total measuring range"** and **"Steps per revolution"** are selected such that the quotient of the two parameters is an exponent of 2.*
If this is not the case, the measuring system corrects the measurement length in steps to the next smallest exponent of 2 revolutions. The Steps per revolution remains constant.
The newly calculated total measuring range can be read from the Object 6002h and is always shorter than the specified measurement length. It may therefore occur that the total number of steps actually required is not achieved and the measuring system generates a zero transition before it reaches the maximum mechanical distance.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9.3 Object 3101h: Input

The object 3101 "Input" defines the output position value, the device status and the time stamp, which can be mapped over the Transmit Process Data Objects.

Index	0x3101
Name	Input
Object Code	DEFSTRUCT
Data type	96 Bit
Category	Optional

Sub-Index	0
Description	Number of entries
Data type	UNSIGNED8
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	Yes
Value	3

Sub-Index	1
Description	Status
Data type	UNSIGNED8
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	Yes
Value	8: EEPROM error

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

Sub-Index	2
Description	Position
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	Yes
Value	Current position, binary coded

Position value			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^{7} to 2^{0}	2^{15} to 2^{8}	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}

Sub-Index	3
Description	Time Stamp
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	Yes
Value	Value in ns

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

9.4 Object 6000h: Operating parameters

The object with index 6000h supports only the function for the code sequence.
The code sequence defines whether increasing or decreasing position values are output when the measuring system shaft rotates clockwise or counter clockwise as seen on the shaft.

Index	0x6000
Description	Operating Parameters
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	rw
PDO mapping	No
Value	Bit 0 = 0: Position increasing clockwise (view onto the shaft) Bit 0 = 1: Position decreasing clockwise (view onto the shaft)

9.5 Object 6003h: Preset value

WARNING !

Risk of injury and damage to property by an actual value jump when the Preset adjustment function is performed!

- The preset adjustment function should only be performed when the measuring system is at rest, otherwise the resulting actual value jump must be permitted in the program and application!

The Preset Function can be used to adjust the measuring system to any position value within a range of 0 to measuring length in increments –1.
The output position value is set to the parameter "Preset value" when writing to this object.

Index	0x6003
Description	Preset Value
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	rw
PDO mapping	No
Value	current position, or a value within the range from 0 to programmed measuring length in steps – 1

Preset value			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}

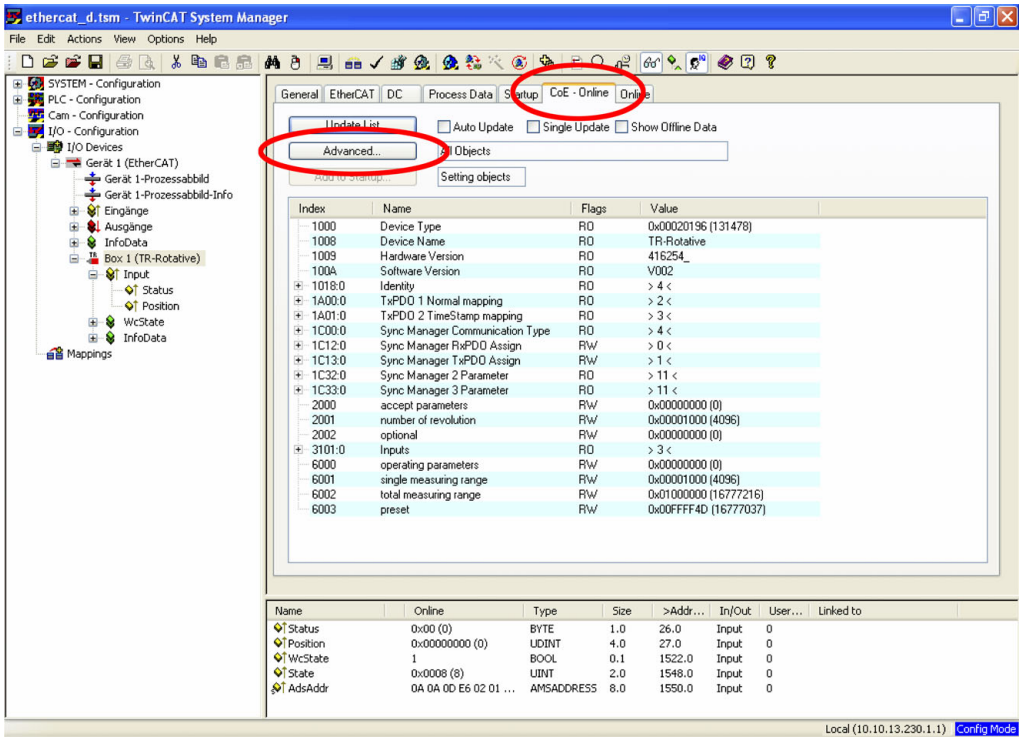
© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

10 Read-out the supported objects of the measuring system

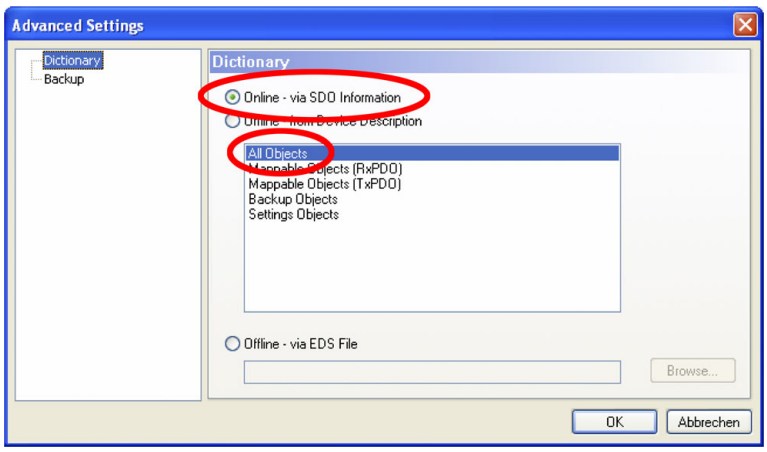
The objects described in this manual correspond to the max. number of objects. Which objects are actually supported by the measuring system, can be read-out by the EtherCAT "SDO Information Service".
Normally the EtherCAT master provides appropriate mechanisms for the read-out of the supported objects. Knowledge of the protocol structure and internal sequences is therefore not required.

Proceeding on use of the "TwinCAT System Manager" configuration software:

- Establish online connection
- Select program tab ***CoE – Online***
- Click the ***Advanced*** button



- Select radio button ***Online...***
- --> ***All Objects***



© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11 Error Causes and Remedies

11.1 Optical displays

Assignment, see chapter “Bus status display” on page 90.

L/A LED	Cause	Remedie
Off	Voltage supply absent or too low	- Check voltage supply, wiring - Is the voltage supply in the permissible range?
	Connector plug not correctly wired or screwed on	Check wiring and connector plug for correct fitting
	No bus connection	Check bus cable
	Hardware error, measuring system defective	Replace measuring system
Flashing	Measuring system ready for operation, connection to master established, data transfer active.	-
On	Measuring system ready for operation, connection to master established, no data transfer.	-

11.2 Measuring system errors

Measuring system errors are reported by means of Object 3101h: Input, Sub-Index 1, see also page 110.

Error code	Cause	Remedie
Bit 2^3 = 1, EE-PROM error	Memory area in internal EE-PROM defective	Possibly shut-off measuring system voltage then switch on again. If the error recurs despite this measure, the measuring system must be replaced.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.3 Abort SDO Transfer Request Protocol

In the case of an error (SDO Response CCD = 0x80), *Abort SDO Transfer Request Protocol* is transmitted instead of the response.

Abort SDO Transfer Request, Server --> Client

Frame Fragment		Data field	Data type	Value / Description
Mailbox Header		Length	WORD	0x0A: Length of the mailbox service data
		Address	WORD	Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client
		Channel	unsigned:6	0x00, reserved
		Priority	unsigned:2	0x00: Lowest priority … 0x03: Highest priority
		Type	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
		reserved	unsigned:4	0x00
CANopen Header		Quantity	unsigned:9	0x00
		reserved	unsigned:3	0x00
		Service	unsigned:4	0x02: SDO Request
SDO	Command code (CCD)	Size indicator	unsigned:1	0x00
		Transmission type	unsigned:1	0x00
		Data record size	unsigned:2	0x00
		reserved	unsigned:1	0x00
		Command	unsigned:3	**0x04: Abort Transfer Request**
		Index	WORD	Object index
		Sub-Index	BYTE	Object sub-index
		Abort code	**DWORD**	**Abort code**

Table 7: Abort SDO Transfer Request

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.3.1 SDO Abort Codes

Code	Description
0x05 03 00 00	Toggle bit not alternated
0x05 04 00 00	SDO protocol timeout
0x05 04 00 01	Client/Server command invalid or unknown
0x05 04 00 05	Memory too small
0x06 01 00 00	Unsupported object access
0x06 01 00 01	Read access to an object that can only be written
0x06 01 00 02	Write access to an object that can only be read
0x06 02 00 00	Object not present in the object dictionary
0x06 04 00 41	The object cannot be mapped in the PDO
0x06 04 00 42	The quantity and length of the mapped objects exceed the PDO length
0x06 04 00 43	General parameter incompatibility
0x06 04 00 47	General incompatibility in the device
0x06 06 00 00	Access error due to a hardware error
0x06 07 00 10	Wrong data type, length of service parameters incorrect
0x06 07 00 12	Wrong data type, length of service parameters too great
0x06 07 00 13	Wrong data type, length of service parameters too small
0x06 09 00 11	Sub-index does not exist
0x06 09 00 30	Parameter value range exceeded, only during write access
0x06 09 00 31	Written parameter value too large
0x06 09 00 32	Written parameter value too small
0x06 09 00 36	Maximum value is smaller than minimum value
0x08 00 00 00	General error
0x08 00 00 20	Data cannot be transmitted or stored in the application
0x08 00 00 21	Data cannot be transmitted or stored in the application. Reason: local control
0x08 00 00 22	Data cannot be transmitted or stored in the application, reason: current device status
0x08 00 00 23	Dynamic creation error in the object dictionary, or no object dictionary present

Table 8: SDO Abort Codes

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.4 Emergency Request Protocol

Emergency messages are triggered if an internal fault occurs. The transmission is executed via the mailbox interface.

The Emergency Service is used by the server to transmit diagnostic messages to the client. Each diagnostic event transmitted by the server to the client is also reconfirmed by transmission of the reset error code when the diagnostic event is no longer present.

Emergency Request, Server --> Client

Frame Fragment	Data field	Data type	Value / Description
Mailbox Header	Length	WORD	n ≥ 0x0A: Length of the mailbox service data
	Address	WORD	Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client
	Channel	unsigned:6	0x00, reserved
	Priority	unsigned:2	0x00: Lowest priority … 0x03: Highest priority
	Type	unsigned:4	0x03: CANopen over EtherCAT (CoE)
	reserved	unsigned:4	0x00
CANopen Header	Quantity	unsigned:9	0x00
	reserved	unsigned:3	0x00
	Service	unsigned:4	**0x01: Emergency**
Emergency	Error code	WORD	Error Code
	Error register	BYTE	Error Register
	Data	BYTE[5]	Error Code 0000-9FFF: Manufacturer-specific error field Error Code A000-EFFF: Diagnostic data Error Code F000-FFFF: Manufacturer-specific error field
	reserved	BYTE[n-10]	not yet specified

Table 9: Emergency Request

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.4.1 Emergency Error Codes

Error Code (hex)	Description
00xx	Error reset or no error
A0xx	EtherCAT state machine transition error
A000	PRE-OPERATIONAL --> SAVE-OPERATIONAL transition unsuccessful

Table 10: Emergency Error Codes

11.4.2 Error Register

Bit	M/O	Description
0	M	General error
1	O	not supported
2	O	not supported
3	O	not supported
4	O	Communication error (overflow, error status)
5	O	Device profile-specific
6	O	reserved, always 0
7	O	Manufacturer-specific

Table 11: Structure of the error register

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved

11.5 Miscellaneous faults

Fault	Cause	Solution
Position skips of the measuring system	Strong vibrations	Vibrations, impacts and shocks, e.g. on presses, are dampened with "shock modules". If the error recurs despite these measures, the measuring system must be replaced.
	Electrical faults EMC	Perhaps isolated flanges and couplings made of plastic help against electrical faults, as well as cables with twisted pair wires for data and supply. The shielding and line routing must be executed in accordance with the Equipment Mounting Directives for the respective field bus system.
	Extreme axial and radial load on the shaft may result in a scanning defect.	Couplings prevent mechanical stress on the shaft. If the error still occurs despite these measures, the measuring system must be replaced.

© TR-Electronic GmbH 2008, All Rights Reserved